Lund 1982

INSTITUTIONEN FÖR VÄRME- OCH KRAFTTEKNIK
ENERGIHUSHÅLLNING
TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND

ELEFFEKT I SMÅHUS –

Belastningsanalyser och simuleringsstudier för lokala elnät

Bilagor

1982

Lennart Larsson

ELEFFEKT I SMÅHUS –

Belastningsanalyser och simuleringsstudier för lokala elnät

Lennart Larsson

BILAGOR

DATORMODELL FÖR SIMULERING AV ELEKTRISKA BELASTNINGAR FRÅN DIREKTELVÄRMDA SMÅHUS 1

VERIFIERING AV DATORMODELL FÖR SIMULERING AV ELEKTRISKA BELASTNINGAR FRÅN DIREKTELVÄRMDA SMÅHUS 63

EFFEKTBEHOV FÖR ELVÄRMDA SMÅHUS - EN JÄMFÖRELSE MELLAN DIREKTVERKANDE OCH VATTENBUREN ELVÄRME 113

KARAKTERISTISKA VARIATIONER I ELEKTRISK EFFEKT FRÅN DIREKTELVÄRMDA SMÅHUS UNDER VECKANS OLIKA DYGNSTYPER 137

Printed in Sweden
Studentlitteratur
Lund 1983

DATORMODELL FÖR SIMULERING AV ELEKTRISKA BELASTNINGAR FRÅN DIREKTELVÄRMDA SMÅHUS

Lennart Larsson

LUTMDN/(TMVK-3105)/1-64/(1982)

Institutionen för Värme- och kraftteknik
LTH

Rapport september 1982

Dokumentutgivare LU/LTH
Inst för Värme- och kraftteknik

Handläggare

Dokumentnamn
Rapport

Utgivningsdatum
Sep 1982

Dokumentbeteckning
LUTMDN/(TMVK-3105)/1-64/(1982)

Ärendebeteckning

Författare

Lennart Larsson

Dokumenttitel och undertitel

DATORMODELL FÖR SIMULERING AV ELEKTRISKA BELASTNINGAR FRÅN DIREKTELVÄRMDA SMÅHUS

Referat (sammandrag)

Denna rapport ingår som en del i ett projekt som heter "Effektmässiga konsekvenser av energitekniska investeringar i småhus". Inom ramen för detta projekt har tidigare publicerats tre rapporter där elektriska belastningar från elvärmda småhus har analyserats.

Syftet med denna rapport är att utgående från resultaten från de tidigare gjorda analyserna presentera en datormodell som simulerar de olika belastningsdelarna från direktelvärmda småhus.

Simuleringarna har delats upp i tre steg, där det första syftar till att ta fram belastningarnas långtidsgenomsnitt, det andra till att ta fram belastningarnas dygnsgenomsnitt och det tredje till att få fram dygnsbelastningskurvor för de olika hushållens skilda belastningar.

Referat skrivet av
Förf.

Förslag till ytterligare nyckelord

Klassifikationssystem och -klass(er)

Indextermer (ange källa)

UNIV. LEIDEN NL

Omfång
64 sidor

Övriga bibliografiska uppgifter

Språk
Svenska

Sekretessuppgifter

ISSN

ISBN

Dokumentet kan erhållas från
Inst för Värme- och kraftteknik, LTH
Box 725, 220 07 LUND

Mottagarens uppgifter

Pris
65:-

DOKUMENTDATABLAD enligt SIS 62 10 12

Blankett LU 11:25 1976 07

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND	5
2	SYFTE	6
3	METOD	6
4	SIMULERING AV BELASTNINGARNAS LÅNGTIDSGENOMSNITT	6
41	ERFORDERLIGA INDATA FÖR STEG 1	6
42	DATORMODELL FÖR STEG 1	7
43	SIMULERINGSRESULTAT FÖR STEG 1	8
5	SIMULERING AV BELASTNINGARNAS DYGNSGENOMSNITT	8
51	ERFORDERLIGA INDATA FÖR STEG 2	8
52	DATORMODELL FÖR STEG 2	8
53	SIMULERINGSRESULTAT FÖR STEG 2	8
6	SIMULERING AV DYGNSBELASTNINGSKURVOR	9
61	MODELLER OCH INDATA TILL STEG 3	9
611	Hushållsel	9
612	Direkt elvärme	9
613	Varmvatten	10
614	Program	11
62	SIMULERINGSRESULTAT	11
7	RESULTATDISKUSSION	12
71	ALLMÄNT	12
72	HUSHÅLLSEL	12
73	ELVÄRME	12
74	VARMVATTEN	12
75	VIDARE ARBETE	12
	LITTERATURFÖRTECKNING	återfinns i avhandlingen
	BILAGOR	Enligt förteckning på nästa sida
	FIGURER	

BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga 1	Storlekssamband mellan olika belastningar hos elvärmda hushåll. PM 1981-12-16	14
Bilaga 2	Kartläggning av maxeffekter, tillslagsfrekvenser och inkopplingstider för tre stegs elektriska varmvattenberedare. PM 1982-06-17	21
Bilaga 3	Program för det första steget i simuleringskedjan.	42
Bilaga 4	Framtagna indata för första steget	43
Bilaga 5	Simuleringsresultat för första steget	44
Bilaga 6	Datorprogram för simulering av dygnsvis genomsnittsbelastning	45
Bilaga 7	Till simuleringssteg 2 framtagna indata	4646
Bilaga 8	Simuleringsresultat för två dygn för radhusgruppen och vinkelhusgruppen: Steg 2	47
Bilaga 9	Flödesscheman för steg 3 i simuleringskedjan	48
Bilaga 10	Datorprogram för steg 3 i simuleringskedjan	50
Bilaga 11	Exempel på simuleringsresultat för steg tre i simuleringskedjan	54

1 BAKGRUND

Denna rapport ingår som en del i ett projekt som heter "Effektmässiga konsekvenser av energitekniska investeringar i småhus". Inom ramen för detta projekt har tidigare uppmätta belastningar från elvärmda småhus analyserats. Dessa analyser har redovisats i referens 6, 10 och 12, där belastningens huvuddelar, dvs hushållsel, elvärme och varmvattenberedning, behandlats var för sig med hjälp av olika analysmodeller.

Resultatet av de nämnda analyserna blev att för hushållselen visade sig en modell där dygnsbelastningskurvorna grupperades efter tidpunkten för max hushållseffekt ge bäst resultat. För varmvattenberedningen erhölls bäst resultat med samma modell vilket innebär att det finns ett visst tidsmässigt samband mellan hushållseffekt och varmvattenberedningseffekt. Elvärmen behandlades med en mycket enkel modell där värmebehovet är proportionellt mot skillnaden mellan utomhus och inomhustemperaturen. Behovet av värmetillförsel fås sedan genom att minska värmebehovet med den del av hushållselen som kan tillgodogöras hushållet som värme. Här visade det sig att denna del med hygglig noggrannhet kan sättas lika med den aktuella hushållseffekten upp till en viss effektnivå, varefter den sätts lika med denna effektnivå.

I en PM 1981-12-16 (bilaga 1) redogörs för de effektnivåmässiga samband mellan belastningens huvuddelar som verkar råda inom den analyserade husgruppen. Här visade det sig att elvärmebelastningen inte har något storleksmässigt samband med någon av de övriga belastningsdelarna. Mellan varmvattenbelastningen och hushållsbelastningen fanns tydliga tendenser till storleksmässiga samband. Dessa samband skattades i form av en regressionslinje och en standardavvikelse till denna linje.

Vidare har de analyserade trestegs varmvattenberedarnas beteende, med avseende på inkopplingstidpunkter, inkopplingstider och inkopplingseffekter redovisats i en PM 1982-06-17 (bilaga 2).

2 SYFTE

Syftet med denna rapport är att presentera en fungerande datormodell som,utgående från resultaten från de tidigare gjorda analyserna,kan simulera de elektriska belastningarna från direktelvärmda småhus.

3 METOD

För att göra de planerade simuleringarna överskådliga och flexibla kommer de att genomföras i tre skilda steg.

I det första steget kommer varje hushålls förväntade långtidsgenomsnitt för de olika belastningsdelarna att simuleras. Detta innebär att man skapar en viss hushålls-kombination som sedan kan användas i de följande simule-ringsstegen.

I det andra steget simuleras,med utgångspunkt från de i första steget framtagna genomsnitten, varje hushålls och belastningsdels dygnsgenomsnitt för önskat antal dygn.

Slutligen kommer varje hushålls och belastningsdels dygns-belastningskurva att simuleras i det tredje steget. Denna simulering ska då resultera i de i andra steget framtagna dygnsgenomsnitten och bygga på de tidigare presenterade analysresultaten.

4 SIMULERING AV BELASTNINGARNAS LÅNGTIDSGENOMSNITT

41 ERFORDERLIGA INDATA FÖR STEG 1

Detta första steg i simuleringskedjan syftar till att skapa en grupp elvärmda hushåll. Denna grupp ska sedan kunna användas i flera simuleringar. Tankarna bakom detta bygger på de tidigare nämnda observationerna att skillnaderna mellan olika hushåll är större än skillnaderna mellan olika dygn för samma hushåll.

Ett hushåll karakteriseras i detta steg av sin genomsnittliga hushållseffekt, sin genomsnittliga varmvattenbelastning, sitt genomsnittliga specifika värmeeffektbehov och slutligen av hur mycket hushållsel som i genomsnitt kan tillgodogöras hushållet i form av värme. För att kunna simulera dessa värden måste man känna till hur dessa värden varierar inom en grupp utifrån sett identiska hushåll. Erforderliga indata fås genom att anta att de olika hushållens genomsnittsvärden är normalfördelade, varefter genomsnitt och standardavvikelse skattas med hjälp av de metoder som beskrivs i referens 12. De indata som skattas är :

1) Genomsnitt och standardavvikelse för hushållens genomsnittliga hushållseleffekt.

2) Regressionslinjen för sambandet mellan de olika hushållens genomsnittliga hushållseffekt och varmvatteneffekt, samt standardavvikelsen för denna linje.

3) Genomsnitt och standardavvikelse för hushållens genomsnittliga specifika värmeeffektbehov.

4) Genomsnitt och standardavvikelse för hur mycket hushållsel som hushållen kan tillgodogöra sig som värme.

De skattade värdena redovisas i bilaga 4.

42 DATORMODELL FÖR STEG 1

När man har tillgång till erforderliga indata sker simuleringen så att först slumpar man fram en genomsnittlig hushållseffekt med hjälp av det tidigare skattade genomsnittet och standardavvikelsen. Därefter beräknas en trolig varmvatteneffekt med hjälp av den skattade regressionslinjen, varefter det aktuella genomsnittet slumpas med hjälp av det beräknade värdet och linjens standardavvikelse. Efter detta slumpas det specifika värmeeffektbehovet och tillgodogörbar hushållseffekt på samma sätt som som man slumpade hushållseffekten. Dessa fyra slumpningar upprepas för vart och ett av de hushåll som ingår i den tänkta gruppen. I bilaga 3 återges datorprogrammet för detta simuleringssteg.

43 SIMULERINGSRESULTAT FÖR STEG 1

Efter principuppställning av modellen, kodning till datorprogram och framtagning av indata har programmet testats vid en simulering. Resultatet från denna simulering kan ses i bilaga 5. Hur de simulerade värdena fördelar sig i jämförelse med hur samma värden för den hushållsgrupp som indata skattats ur fördelar sig visas i figur 1,2,3 och 4.

5 SIMULERING AV BELASTNINGARNAS DYGNSGENOMSNITT

51 ERFORDERLIGA INDATA FÖR STEG 2

Detta steg bygger på att man känner varje hushålls genomsnittliga karakteristika samt hur dessa karakteristika varierar mellan olika dygn. Av dessa data känner man de genomsnittliga värdena från simuleringssteg 1. Det som återstår att ta fram är alltså hur de olika karakteristikorna varierar mellan olika dygn. Detta har gjorts genom att först normera varje hushålls dygnsgenomsnitt med dess långtidsgenomsnitt. Därefter har det antagits att hushållens dygnsgenomsnitt tillhör en normalfördelning N(1,s), varefter standardavvikelsen har skattats enligt referens 13. Resultatet av de gjorda skattningarna redovisas i bilaga 7.

52 DATORMODELL FÖR STEG 2

Då erforderliga indata finns tillgängliga sker simuleringen enligt följande. Först slumpas dygnsgenomsnittet för det första hushållets hushållseffekt, varmvatteneffekt, specifika värmeeffektbehov och tillgodogörbar hushållseffekt. Sedan sker samma sak för vart och ett av de övriga hushållen i gruppen. Därefter upprepas proceduren för nästa dygn osv. Det framtagna datorprogrammet återfinns i bilaga 6.

53 SIMULERINGSRESULTAT FÖR STEG 2

Med hjälp av de i steg 1 simulerade långtidsgenomsnitten samt de i bilaga 7 redovisade skattningarna som indata har det i bilaga 6 redovisade datorprogrammet testats vid en simulering. Resultaten från denna enda simulering redovisas i bilaga 8. I figur 5,6,7 och 8 visas hur de simulerade dygnsgenomsnitten fördelar sig i jämförelse med fördelningen från ett verkligt dygn hos den tidigare analyserade husgruppen, dvs den grupp som indata har skattats från.

6 SIMULERING AV DYGNSBELASTNINGSKURVOR

61 MODELLER OCH INDATA TILL STEG 3

611 Hushållsel

För simulering av dygnsbelastningskurvan för hushållselen ska en modell som i referens 6 kallas modell 3b tillämpas. Denna modell bygger på att de olika dygnsbelastningskurvorna grupperas efter den timme då den aktuella belastningskurvan har dygnsmaximum, varefter varje kurva normeras med sitt eget dygnsgenomsnitt innan man slutligen beräknar en så kallad typkurva och en standardavvikelsekurva för varje grupp. Dessutom beräknas frekvensen för när dygnsmax inträffar.

Vid simulering av en dygnsbelastningskurva slumpar man först när dygnsmax ska inträffa. Detta görs med hjälp av ett rektangelfördelat slumptal och de skattade frekvenserna för när dygnsmax sker. Efter detta väljer man den aktuella typkurvan och lägger med hjälp av ett normalfördelningsprogram och den till typkurvan hörande standardavvikelsekurvan en dygnsbelastningskurva runt typkurvan. Slutligen justeras de framtagna dygnsbelastningskurvan så att den får det önskade dygnsgenomsnittet.

612 Direkt elvärme

Behovet av tillförd värmeeffekt beräknas med en mycket enkel modell, som i referens 10 kallades för modell 1. Modellen bygger på det mycket enkla sambandet :

$$Q_{tillf} = (t_{inne} - t_{ute}) \cdot P_{sp} - f(P_{hushållsel})$$

där

$$f(P_{hushållsel}) = \begin{cases} P_{hushållsel} & \text{då } P_{hushållsel} < P_{gr} \\ P_{gr} & \text{då } P_{hushållsel} > P_{gr} \end{cases}$$

Storheterna P_{sp} och P_{gr} har tidigare behandlats i referens 10 och de aktuella dygnsgenomsnitten för dessa storheter har slumpats i föregående simuleringssteg. Den verkliga dygnsbelastningskurvan för den direkta elvärmen är ett resultat av ett stort antal till och frånslag för de olika elradiatorerna. Att ta fram en modell för hur detta förlopp sker får betraktas som i stort sett omöjligt, då till och frånslagen verkar ske helt slumpmässigt. Förloppet måste istället efterliknas på ett sätt så att hushållets resulterande belastningskurva för elvärmen

får ett utseende som liknar de verkliga elvärme-
belastningskurvorna.

En mycket enkel första ansats är att sannolikheten för att en elradiator skall vara till är lika med kvoten mellan det aktuella värmeeffektbehovet och den installerade elvärmeeffekten. Jämföres denna sannolikhet med ett rektangelfördelat slumptal mellan 0 och 1 så får man veta om radiatorn är till eller ej. Genom att göra denna jämförelse ett lämpligt antal gånger per timme och radiator så får man en simulerad belastningskurva för den direkta elvärmen.

613 Varmvatten

Modellen ska enligt tidigare bygga på att det finns ett samband mellan dygnsbelastningskurvan för varmvattenberedning och tidpunkten för maximal hushållseleffekt. Detta innebär att måste ha simulerat hushållselen innan vi börjar med varmvattnet. Från tidigare simuleringssteg känner vi dessutom till det aktuella hushållets dygnsgenomsnitt för varmvattenbelastningen. Övriga indata hämtas ur PM 1982-06-17 (bilaga 2).

Modellen bygger på att man först tar fram antalet tillslag för vart och ett av stegen i varmvattenberedaren, varefter inkopplingstiderna för de olika stegen beräknas så att man får det önskade dygnsgenomsnittet för varmvattnet. Efter detta bestämms mha slumptal och de skattade frekvenserna när de olika tillslagen ska ske. Tillslag kan kan endast ske om det aktuella steget är frånslaget, samt för de högre effektnivåerna att närmast lägre effektsteg är till. När man erhållit önskat antal tillslag och önskad genomsnittseffekt är simuleringen klar.

Denna grundmodell kan varieras beroende på hur detaljerade indata som man önskar använda. Filosofin i detta arbete har hela tiden varit att arbeta med så enkla modeller som möjligt, dock under förutsättningen att simuleringsresultaten ska bli bra. Det viktigaste måttet på ett bra simuleringsresultat är här att de sammanlagrade belastningskurvorna ligger i närheten av de uppmätta. I figur 9 visas den sammanlagrade belastningskurva som kan beräknas

med användandet av mycket detaljerade indata rörande inkopplingstidpunkterna för de olika stegen (tabell 6 i bilaga 2) och i figur 10 visas resultatet av att man använder mindre detaljerade indata (tabell 7 i bilaga 2). Som jämförelse visas i båda figurerna konfidensintervallet för den verkliga sammanlagrade dygnsbelastningskurvan. Skillnaden i antal indata är 1776-624=1152 värden dvs en reduktion med nära 2/3. Studeras figurerna så framgår det ganska klart att det mindre antalet indata ger en lika bra sammanlagrad belastningskurva som det stora antalet indata. Den enda större avvikelsen från intervallet som den enklaste kurvan gör är under timme 1och 2. Förklaringen till detta är den förenkling som gjorts vid framtagningen av indata, där det vid beräkningen av tillslagstidpunkter ansatts att timme 1 är den timme som följer på timme 24 under samma dygn.

I det fortsatta arbetet kommer den variant som arbetar med det mindre antalet indata att användas. Härvid måste man dock vara observant på att effektbehoven under dygnets två första timmar kan vara något överskattade.

614 Program

I bilaga 9 redovisas flödesschemana för simulering av dygnsbelastningskurvan från elvärmda småhus, dels för hela stegt dels för delbelastningarna var för sig. I bilaga 10 redovisas programmet i sin helhet.

62 SIMULERINGSRESULTAT

Dygnsbelastningskurvorna från en simulering redovisas i bilaga 11. Varje hushåll och belastningsdel redovisas var för sig. Dessutom redovisas de sammanlagrade dygnsbelastningskurvorna. De sammanlagrade belastningskurvorna för hushållsel och varmvatten har dessutom ritats in i figur 11 och 12 tillsammans med de konfidensintervall som tagits fram i referens 6 och 12.

7 RESULTATDISKUSSION

71 ALLMÄNT

Det primära syftet med denna rapport är att presentera ett datorprogram som simulerar de elektriska belastningarna från direktelvärmda småhus. Syftet är inte att att avgöra om modellens resultat kan anses trovärdiga eller ej. Det sista förhindrar dock inte att det görs några små reflexioner med anledning av den hittills genomförda och redovisade simuleringssekvensen.

72 HUSHÅLLSEL

Den simulerade hushållsbelastningen, redovisad i figur 11, ligger bra till i förhållande till det tidigare skattade konfidensintervallet (ref 6). Detta tyder på att den redovisade simuleringsfrekvensen arbetar på ett riktigt sätt, men det får inte tolkas som en slutlig verifiering av modellen. En viktig sak som återstår att visa är att det grundläggande antagandet om att varje timmes belastning ligger som en normalfördelning kring sitt genomsnittsvärde är riktigt.

73 ELVÄRME

För elvärmesimuleringen har ett antal tester visat att den i modellpresentationen nämnda jämförelsen mellan ett rektangelfördelat slumptal och sannolikheten för att en radiator skall vara till bör göras cirka 60 gånger per timme. Denna siffra har använts i den redovisade simuleringen och den kommer att användas så länge det vidare arbetet inte ger anledning att ändra på den.

74 VARMVATTEN

Studerar man figur 12 så förefaller det inte som om den simulerade varmvattenbelastningen avviker på något allvarligt sätt från det i referens 12 redovisade konfidensintervallet för den sammanlagrade varmvattenbelastningen.

75 VIDARE ARBETE

Det vidare arbetet bör i första hand inriktas på en jämförelse mellan simuleringsmodellens resultat och

de i verkligheten uppmätta belastningarna. Vidare ska simuleringsmodellen kompletteras med alternativa uppvärmningssystem t.ex. elpannor, värmepumpar eller något annat.

Bilaga 1

ENERGIHUSHÅLLNING
Lennart Larsson

PM
1981-12-16

STORLEKSSAMBAND MELLAN OLIKA BELASTNINGAR HOS ELVÄRMDA HUSHÅLL

Inledning

I den allmänna debatten förekommer ofta en massa påståenden, som betraktas som officiella sanningar. Ett sådant påstående är att:

- slösar man med energi på en viss belastning så slösar man ofta också på andra belastningar.

Ordet slösar användes ofta i sådana här fall, utan att man egentligen talar om vad som menas med att slösa. Det som det ovan redovisade påståendet egentligen vill framhålla torde vara att det skulle finnas ett samband mellan energiuttagen till de olika belastningsdelarna hos ett hushåll.

Syfte

Syftet med detta PM är att redovisa om det finns några tendenser till samband mellan energiuttagen för de ett hushålls olika belastningar, hos den hushållsgrupp i Bua Västergård där de olika belastningarna tidigare analyserats var för sig.

Begränsningar

Eftersom boendestrukturen i den aktuella hushållsgruppen är okänd för mig tas ingen hänsyn till vilken inverkan detta kan ha på den aktuella energiförbrukningen.

Metod

Då det gäller hushållsel och varmvattenbelastning användes mätvärden från 15 vardagar, dock sorteras s.k. otypiska belastningskurvor bort, för beräkning av den genomsnittliga belastningen hos de olika hushållen. För värmebelastningen användes de tidigare beräknade specifika värmeeffektbehoven. Vid beräkningen av dessa har åtta dagars mätvärden använts. Även här har de otypiska belastningarna bortsorterats. För att visuellt kunna göra en bedömning av om det finns några tendenser till samband kan de framkomna belastningarna markeras i ett antal diagram. För de fall där man kan ana något samband kan en regressionslinje beräknas mha MK-metoden. Denna metod beskrivs utförligt i Blom, Gunnar, "Statistikteori med tillämpningar", Studentlitteratur Lund 1970. I princip går den ut på att man sätter upp den räta linjens ekvation $y=k\cdot x+l$, skriver om $l=l_0-k\cdot\bar{x}$ och får $y=l_0+k\cdot(x-\bar{x})$. Därefter minimeras ekvationen $Q(l_0,k)=(y_i-m_i)^2$, där $m_i=l_0+k\cdot(x_i-\bar{x})$. Denna minimering resulterar i att skattningarna av $l_0^*=\bar{y}$ och $k^*=(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})/(x_i-\bar{x})^2$ och att regressionslinjens ekvation blir $y=\bar{y}+k^*(x-\bar{x})$.

Resultat

I diagram 1 redovisas specifika värmeeffektbehovet som funktion av respektive hushålls genomsnittliga varmvatteneffekt (1a-radhus och 1b-vinkelhus). I diagram 2 ges specifika värmeeffektbehovet som funktion av varje hushålls genomsnittliga hushållseffekt och i diagram 3 visas respektive hushålls genomsnittliga varmvatteneffekt som funktion av samma hushålls genomsnittliga hushållseffekt. I det sista diagrammet har dessutom regressionslinjen ritats in. Ekvationerna för dessa blev $P_{vv}=0.29+0.55\cdot P_h$ (radhus) och $P_{vv}=0.69+0.003\cdot P_h$ (vinkelhus). Om man vid beräkningen av regressionslinjen för vinkelhusen stryker de två extrempunkterna som satts inom

parantes i figur 4 fås ekvationen $P_{vv}=0.17+0.83 \cdot P_h$. Den för båda husgrupperna gemensamma regressionlinjen redovisas i figur 5a och 5b. Den har ekvationen $P_{vv}=0.25+0.67 \cdot P_h$. I bilaga 1 redovisas varje hushålls specifika värmeeffektbehov, genomsnittliga hushållseffekt och genomsnittliga varmvatteneffekt.

Resultatdiskussion

Studeras figur 1 och 2 verkar det inte finnas något samband mellan det specifika värmeeffektbehovet och någon av de övriga belastningarna. Däremot framgår det, precis som väntat, att det specifika värmebehovet är betydligt större för de friliggande husen än för radhusen. Även de andra belastningarna är större, om än inte så mycket som värmebehovet, för vinkelhusen. Denna iaktagelse kan eventuellt ha utgjort grund för det i inledningen omnämnda påståendet, trots att iaktagelsen endast visar att ett större hus genomsnittligt sett förbrukar mer av allt. Om detta beror på att det bor fler människor eller om det bor en annan kategori i ett större hus kan man inte utläsa i denna jämförelse. Den gjorda iaktagelsen kan på intet sätt sägas stödja det i inledningen nämnda påståendet då det rör sig om olika typer av hus.

Övergår vi till att studera figur 3 så torde man kunna skönja ett visst samband mellan P_{vv} och P_h. Läggs den skattade regressionslinjen in så förefaller den inte orimlig för radhusgruppen, medan den linjen för vinkelhusen förefaller orimlig. På figur 3b ser man att det finns två punkter som ligger långt ifrån de övriga, varvid det förefaller naturligt att utesluta dessa två vid nästa skattning av regressionslinjen, vars resultat kan skådas i figur 4. Denna skattning förefaller vid en okulär besiktning vara betydligt bättre än den i figur 3b. Om vi slutligen tittar på figur 5 så kan vi se att ej heller den för båda hustyperna gemensamma regressionslinjen förefaller orimlig för de båda grupperna var för sig.

Slutsatser

Det finns inget direkt samband mellan storleken på ett hushålls värmeeffektbehov och dess genomsnittliga varmvattenförbrukning.

Det finns ej heller något samband mellan värmeeffektbehovet och den genomsnittliga hushållselförbrukningen.

Det verkar finnas ett visst samband mellan ett hushålls genomsnittliga varmvattenförbrukning och dess genomsnittliga hushållselanvändning. Detta samband torde mycket grovt kunna beskrivas, åtminstone för de valda husgrupperna, med ekvationen $P_{vv}=0.25+0.67 \cdot P_h$.

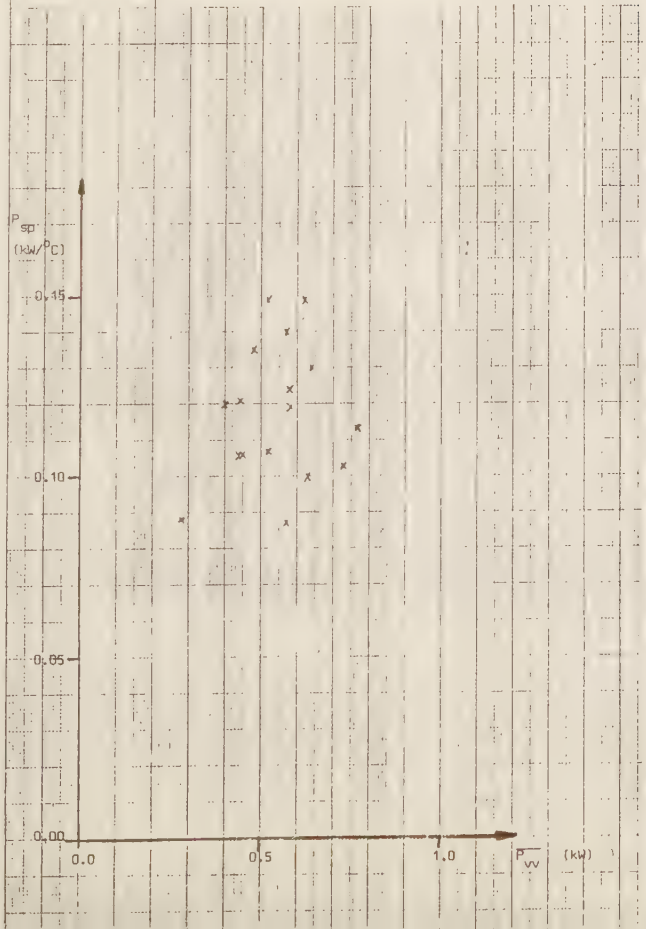
Ett större hus verkar i genomsnitt ha en större genomsnittlig förbrukning av framförallt värme, men även av varmvatten och hushållsel.

LTH
Värme- och Kraftteknik

Specifika värmeeffektbehovet som funktion av den genomsnittliga varmvattenförbrukningen för de olika hushållen i radhusgruppen

Figur 1a

Dat. Skala
Ritad Gransk.



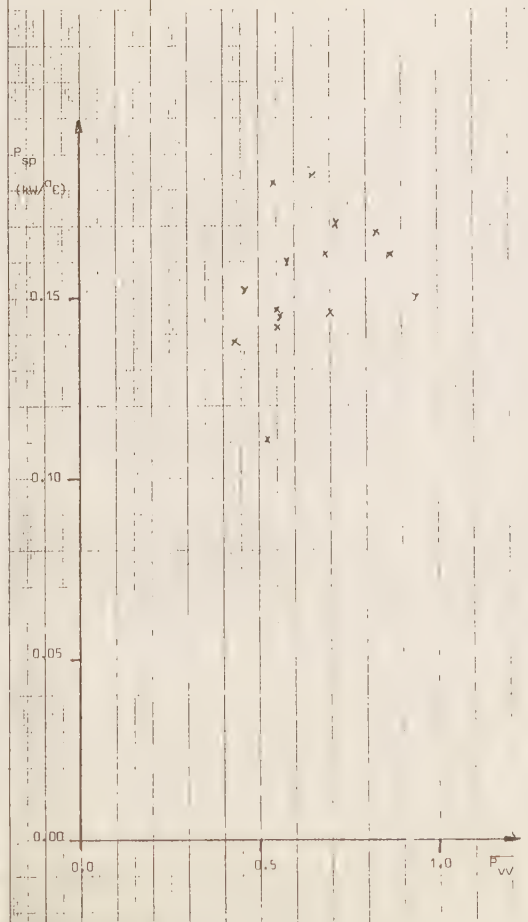
SIS 323 A4 73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

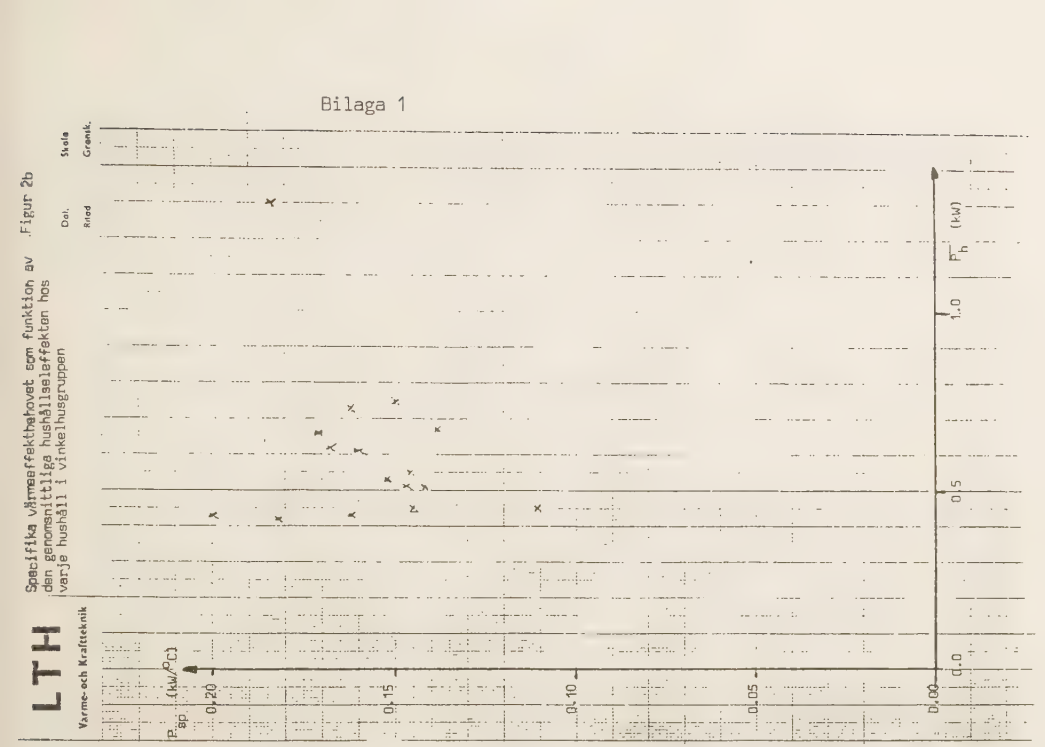
Specifika värmeeffektbehovet som funktion av den genomsnittliga varmvattenförbrukningen för de olika hushållen i vinkelhusgruppen

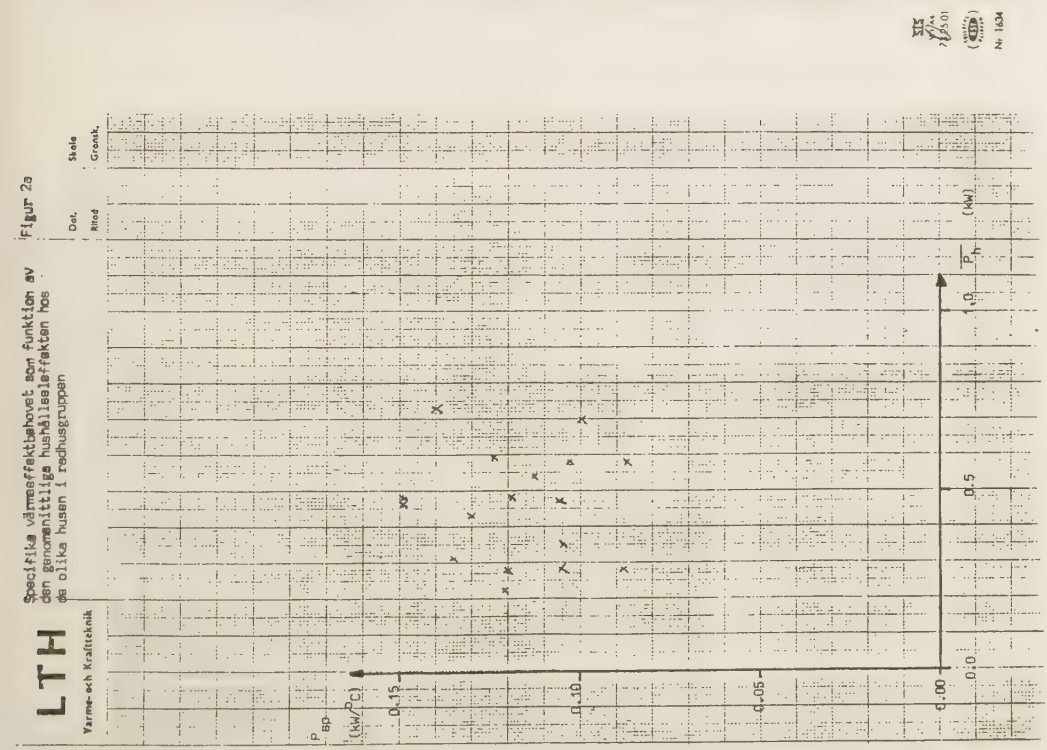
Figur 1b

Dat. Skala
Ritad Gransk.



SIS 323 A4 73 25 01
Nr 1634


LTH
Varme- och Kraftteknik
Specifika värmeeffektbehovet som funktion av den genomsnittliga hushållseffekten hos de olika husen i radhusgruppen
Figur 2a
Dat.
Rited
Skala
Granskn.
P_sp (kW/°C)
0.15
0.10
0.05
0.00
0.0
0.5
1.0
P_h (kW)
Nr 1434

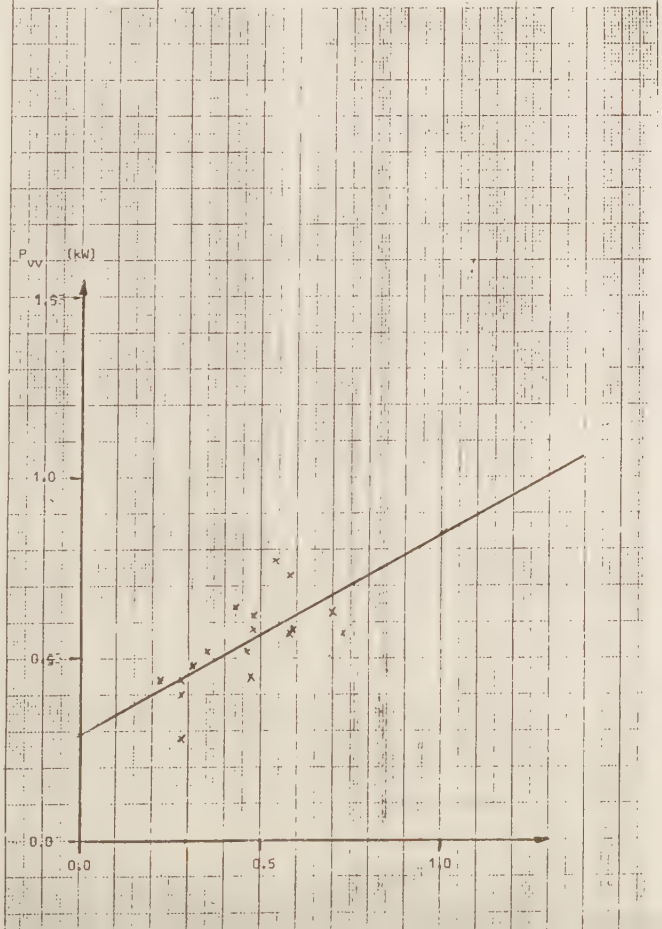

LTH
Varme- och Kraftteknik
Specifika värmeeffektbehovet som funktion av den genomsnittliga hushållseffekten hos varje hushåll i vinkelhusgruppen
Figur 2b
Dat.
Rited
Skala
Granskn.
P_sp (kW/°C)
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
0.0
0.5
1.0
P_h (kW)
Nr 1434

LTH
Värme- och Kraftteknik

Varje hushålls genomsnittliga varmvattenbehov som funktion av deras respektive genomsnittliga hushållselbehov (radhus). Regressionslinjens ekvation $P_{vv}=0.29+0.55 \cdot P_h$.

Figur 3a

Dat.
Ritad
Skala
Gransk.

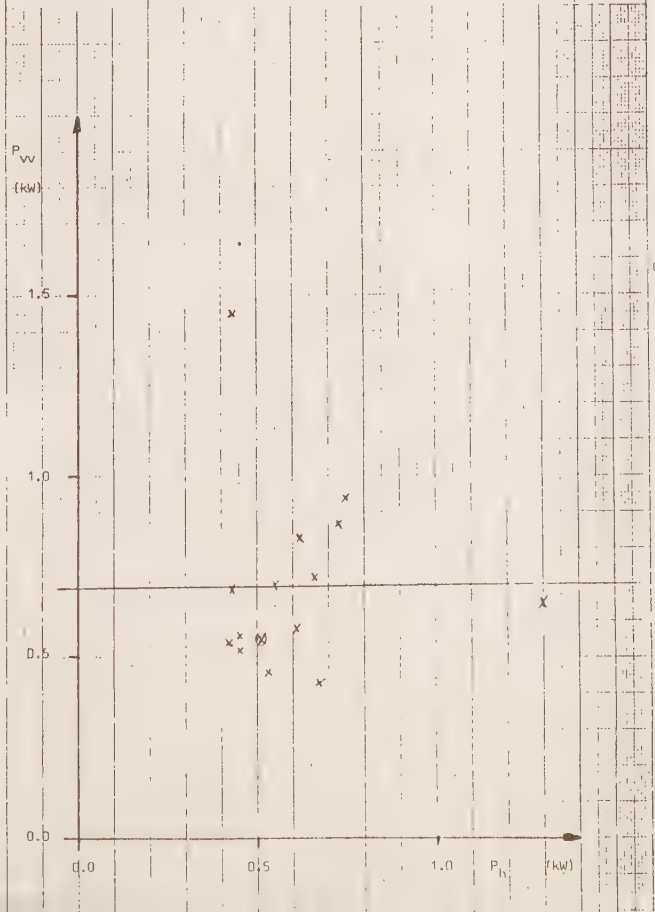


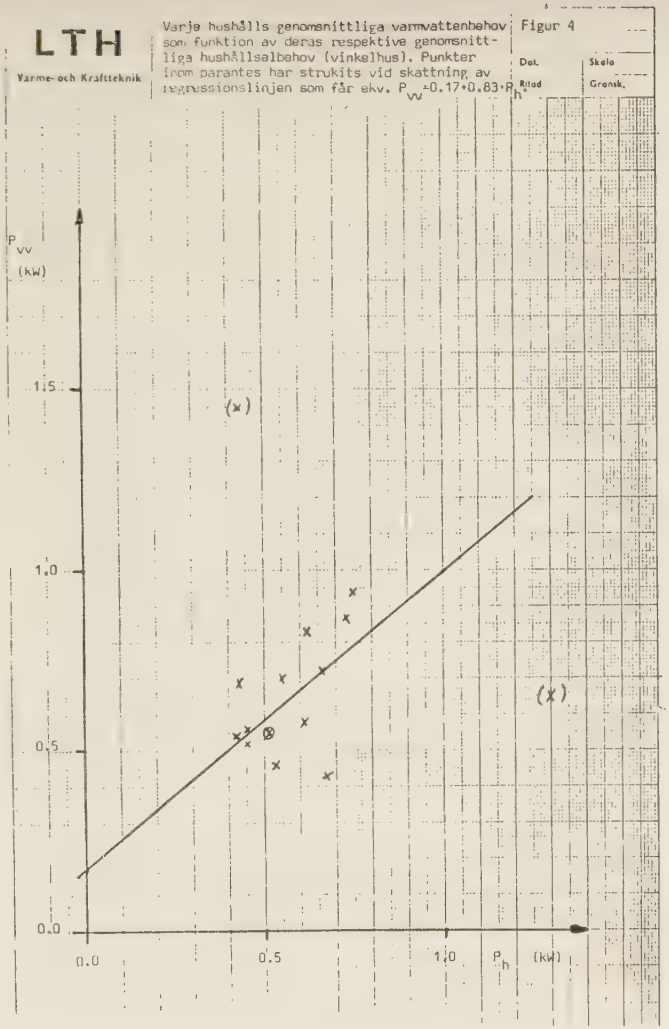
LTH
Värme- och Kraftteknik

Varje hushålls genomsnittliga varmvattenbehov som funktion av deras respektive genomsnittliga hushållselbehov (vinkelhus). Regressionslinjens ekvation $P_{vv}=0.69+0.003 \cdot P_h$.

Figur 3b

Dat.
Ritad
Skala
Gransk.





Bilaga 1

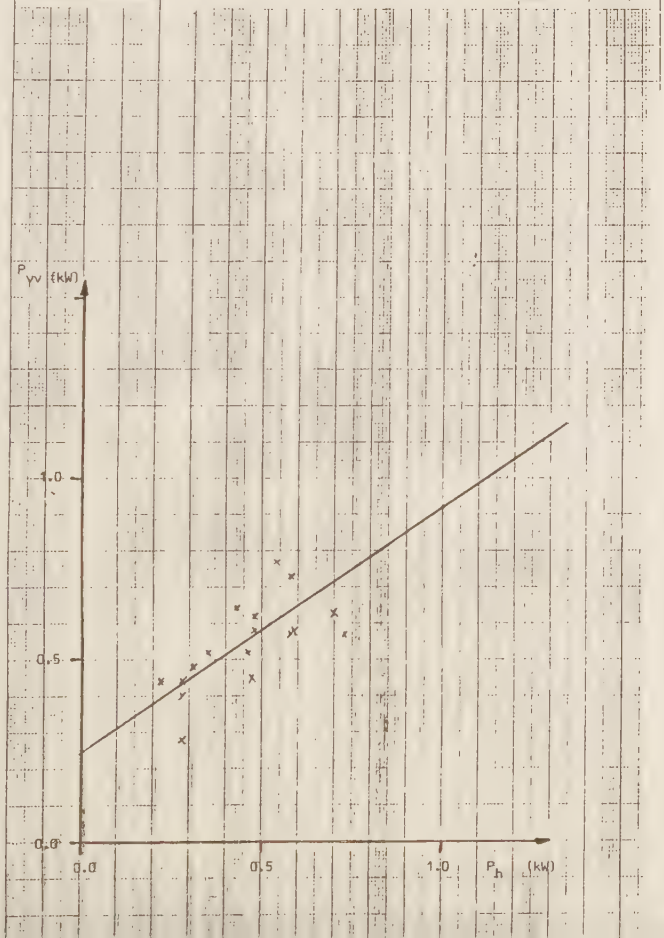
Radhus Hushåll	$\overline{P_h}$	$\overline{P_{vv}}$	$\overline{P_{sp}}$	
1	0.43	0.64	0.13	
2	0.48	0.62	0.15	
3	0.46	0.52	0.15	
4	0.28	0.40	0.12	
5	0.73	0.57	0.14	
6	0.47	0.45	0.11	
7	0.28	0.44	0.11	
8	0.48	0.58	0.12	
9	0.28	0.28	0.09	
10	0.70	0.63	0.10	
11	0.58	0.73	0.10	
12	0.58	0.57	0.09	
13	0.31	0.48	0.14	
14	0.35	0.52	0.11	
15	0.59	0.58	0.12	
16	0.22	0.44	0.12	
17	0.54	0.77	0.11	
Vinkelhus				
18	0.53	0.46	0.15	
19	0.42	0.54	0.18	
20	0.43	0.69	0.16	
21	0.73	0.87	0.16	
22	0.51	0.55	0.14	
23	0.43	1.45	0.20	- struket vid beräkning till figur 4 och 5
24	0.45	0.52	0.11	
25	0.55	0.70	0.15	
26	1.30	0.65	0.18	- " -
27	0.51	0.55	0.15	
28	0.45	0.56	0.15	
29	0.66	0.58	0.16	
30	0.66	0.72	0.17	
31	0.75	0.94	0.15	
32	0.62	0.83	0.17	
33	0.67	0.43	0.14	

LTH
Värme- och Kraftteknik

Punkter enligt figur 3a, men med regressionslinje skattad mha värden från båda husgrupperna, vilket ger ekvationen $P_{vv}=0.25+0.67 \cdot P_h$.

Figur 5a

Dat. | Skala
Ritad | Gransk.



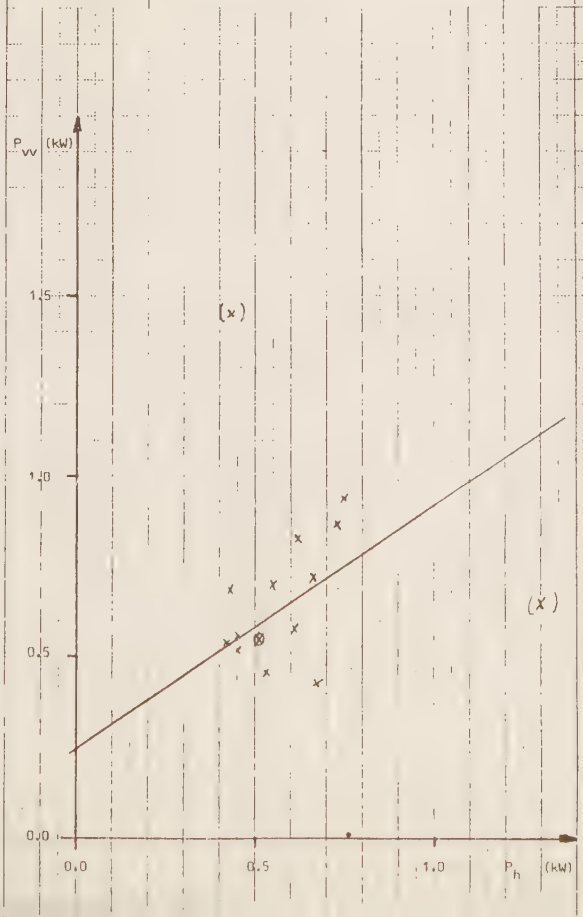
SIS 523 A4 73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

Punkter enligt figur 4, men med regressionslinje skattad mha värden från båda husgrupperna, vilket ger ekvationen $P_{vv}=0.25+0.67P_h$

Figur 5b

Dat. | Skala
Ritad | Gransk.



SIS 523 A4 73 25 01
Nr 1634

Bilaga 2

ENERGIHUSHÅLLNING

Lennart Larsson

PM

1982-06-17

KARTLÄGGNING AV MAXEFFEKTER, TILLSLAGSFREKVENSER OCH INKOPPLINGSTIDER FÖR TRE-STEGS ELEKTRISKA VARMVATTENBEREDARE

Bakgrund, syfte

I en PM 1982-02-24 beskrivs grundprinciperna för en planerad simuleringsmodell för den elektriska belastningen från elvärmda småhus. Dessa principer baserar sig på tidigare genomförda analyser av de olika belastningsdelarna från elvärmda småhus.

Då det gäller belastningen från elektriska varmvattenberedare har dessa analyser huvudsakligen gällt genomsnittsvärden, varför de använda analysmodellerna ej direkt kan överföras till en simuleringsmodell. Detta beror på att varmvattenberedareffekten är en stegfunktion som är lika med 1, 2 eller 3 kW. Därför måste varmvattenberedarnas beteende kartläggas lite mer ingående än som skett tidigare.

Denna PM syftar till att redogöra för vilka maxeffekter som olika hushåll uppnår, hur ofta de olika hushållens varmvattenberedare slår till och hur länge varmvattenberedarna är tillslagna.

Arbetsgång

För att möjliggöra det uppsatta syftet måste jag först definiera vad jag menar med ett tillslag för en varmvattenberedare. Nästa nödvändiga definition är vad jag menar med inkopplingstiden för en varmvattenberedare.

När definitionerna är klara studeras mina mätdata för den första av mätperioderna. Härvid ska följande kartläggas:

- varje hushålls maxeffekt för varje dygn under mätperioden
- varje hushålls antal tillslag för varje dygn och effektnivå för alla dagar under mätperioden
- varje hushålls inkopplingstid för varje dygn och effektnivå för varje tillslag

Efter denna kartläggning bearbetas de framkomna resultaten så att man får fram det sammanlagrade antalet tillslag för varje timme under ett dygn. Vidare tas frekvensen för tillslagstidpunkterna fram för de hushåll som har max hushållseffekt under samma timme (modell 3 i den tidigare varmvattenstudien), dels för varje effektnivå för sig dels som ett genomsnitt för alla 3 effektnivåerna.

Inkopplingstiderna bearbetas så att man får fram de genomsnittliga inkopplingstiderna som funktion av antalet tillslag per dygn, tidpunktför tillslag och vilket effektläge som slagit till. Slutligen beräknas de genomsnittliga inkopplingstiderna som funktion av effektläge och antal tillslag per dygn.

Definitioner

Med tillslag under timme t för något av stegen i varmvattenberedaren menas att Pvv(t-1) är mindre än och Pvv(t) större än det aktuella stegets effekt minskat med 0.5.

Med inkopplingstid för respektive steg i varmvattenberedaren menar jag summan av de direkt på varandra följande timmar då Pvv är större än det aktuella stegets effekt minskat med 0.5.

Resultat
Pmax

I tabell 1 kan den under varje dygn högst uppnådda varmvattenberedareffekten för vart och ett av hushållen avläsas.

Tillslag

Tabell 2 visar antalet tillslag per dygn för vart och ett av dygnen för varje hushåll. Varje effektsteg har behandlats separat.

Går vi vidare till tabell 3 kan vi studera vid vilka tidpunkter varmvattenberedarna slår till. Här har värdena grupperats dels efter effektnivå och dels efter antal tillslag per dygn.

I tabell 4 ges frekvenserna för antalet tillslag per dygn för de olika effektstegen.

Tabell 5 visar den genomsnittliga frekvensen för när tillslag sker under dygnets timmar. Denna tabell utgör en bearbetning av tabell 3. Skillnaden är att tabell 5 inte har grupperat efter antal tillslag per dygn. Vill man få fram sannolikheten för tillslag för ett hushåll med ett visst antal tillslag per dygn under en viss timme ska man multiplicera den i tabellen givna frekvensen med antalet tillslag per dygn.

I tabell 6 visas frekvensen för när tillslag sker. Här har belastningskurvorna grupperats enligt modell 3 i varmvattenrapporten innan frekvenserna beräknats. De olika effektstegen har behandlats var för sig.

Tabell 7 visar samma sak som tabell 6 men här har de tre olika effektstegen slagits samman.

Inkopplingstid

Fortsätter vi nu till tabell 8 så visar de varmvattenberedarnas genomsnittliga inkopplingstid beroende på antal tillslag per dygn och tidpunkt för tillslag. Värdena är uppdelade på respektive effektsteg.

Tabell 9 slutligen visar varmvattenberedarnas genomsnittliga inkopplingstid för olika antal tillslag per dygn för de olika effektstegen.

Kommentarer
Pmax

Vid jämförelse mellan figur 7 i den tidigare varmvattenrapporten och de i tabell 1 redovisade resultaten framgår det tydligt att det väsentligt färre hushåll som dagligen uppnår en maxeffekt på 3 kW än det antal hushåll som någon gång uppnår denna effekt.

Antal tillslag

Resultaten i tabell 2 tyder på att de flesta hushåll har ett likartat beteende under olika dygn. Detta innebär inte att de har samma form på sin belastningskurva.

Tabell 3 antyder att det inte finns något direkt samband mellan antal tillslag per dygn och tidpunkt för tillslag.

Ur tabell 4 kan utläsas att hos radhusen är det vanligast med 4 tillslag per dygn medan 1 tillslag per dygn är vanligast för vinkelhusen.

De i tabell 5 redovisade tillslagsfrekvenserna talar om för oss att den timme då det sker flest tillslag är timme 7, dvs timmen mellan 6 och 7.

När det gäller tabell 6 måste man vara försiktig med att göra alltför bestämda utsagor (speciellt 6:2 och 6:3), då materialet har blivit uppspaltat i relativt små grupper. Tabell 7 är lite bättre i detta avseende, beroende på att den utgörs av en sammanslagning av tabellerna 6:1-6:3. Avsikten med sammanslagningen är att kunna undersöka om denna förenkling kan användas i den simuleringsmodell som är under uppbyggnad. Fördelarna med denna förenkling skulle vara att mängden indata minskar med 1152 värden (mest nollor) och att riskerna för att enstaka mätvärden ska få ett för stort inflytande minskar.

Inkopplingstid

Tabell 8 visar den genomsnittliga längden för ett tillslag som sker under en viss timme. Härvid måste man komma ihåg att tabellen inte på något vis är kopplad till antalet tillslag under den aktuella timmen. Därför blir de i tabell 9 redovisade genomsnitten inte lika med de snitt som man skulle kunna beräkna ur tabell 8. Samtidigt måste man komma ihåg att tabell 9 ger en förenklad bild av inkopplingstidernas längd.

Slutsatser och framtida arbete

Några direkta slutsatser kan knappast dras ur det presenterade materialet. Detta var inte heller syftet med denna genomgång. Däremot torde de framkomna resultaten vara lämpliga som grund till en simuleringsmodell för elbelastningen från trestegs varmvatten beredare.

TABELL 1: Maximal dygnsvis varmvattenberedareffekt för de 33 hushållen i Bua Västergård

	to	fr	lö	sö	må	ti	on	to	fr	lö	sö	må	ti	on	to	fr	lö	sö	må	ti	on	to	fr	lö	sö	må	ti
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	3	1		
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3	1	1	3	1	1	1	3	3	1	1	1	1	3	1	3	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
10	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	3	3	1	1	3	1	1
11	1	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	1	3	1
12	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	2
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	3	1
15		3	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2
16	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
17	1	1	3	3	1	3	2	1	1	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
18	3	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	2
19	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2
20	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	3	1	1	1	1	3	3	1	3	1	2	1	1	3	2	1	2
21	3	3	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3
22	1	3	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
23											1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26		1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
27	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	1	1	1	1	3	3	3			
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	2	2	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	1	1	1	3	3	1	3	2	1
31	1	2	3	3	3	3	1	3	3	2	3	1	3	3	1	3	2	1	3	1	3	3	3	2	3	2	3
32	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
33		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Nr 1-17 är radhus

Antal observationer gjorda under vardagar (mån-tor) är 251.

P (kW)	n	%
1	179	71
2	32	13
3	40	16

Nr 18-33 är vinkelhus

Antal observationer gjorda under vardagar är 231.

P (kW)	n	%
1	161	70
2	27	12
3	43	19

Bilaga 2

TABELL 2:1 Antal tillslag per dygn för steg 1 i varmvattenberedaren hos de 33 hushållen i Bua Västergård.

1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	6	5	3	3	5			Radhus
2	7	5	5	4	5	7	4	3	4	3	6	5	5	4	5	6	6	6	6	5	4	5	5	5	3	5	7	
3	4	6	2	3	5	5	3	4	7	3	2	4	4	3	5	2	4	6	2	6	4	5	2	3	4	5	2	
4	5	5	5	5	5	3	4	5	4	6	3	5	4	4	5	3	4	4	5	4	3	4	4	2	4	4	4	
5	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	
6	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	
7	5	3	5	4	8	3	5	5	5	4	5	4	6	4	4	4	5	4	4	5	5	6	6	6	5	6	5	
8	5	6	5	3	5	4	5	4	3	4	6	6	4	4	5	6	2	4	2	6	5	5	5	4	3	6	5	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
10	4	1	4	5	4	4	5	3	4	3	3	6	4	4	3	2	3	4	4	2	3	3	4	4	3	4	3	
11	3	3	3	2	5	4	3	4	2	4	4	4	3	2	2	2	3	3	5	2	3	2	3	4	4	4	3	
12	4	6	3	5	4	5	5	5	5	6	4	3	6	5	3	4	4	5	3	6	5	4	5	4	2	6	3	
13	5	6	6	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	2	2	5	6	5	5	3	3	4	3	4	
14	5	4	3	4	4	4	3	5	4	5	3	4	4	4	5	4	5	5	5	3	5	7	6	5	5	4	4	
15		2	3	2	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	2	2	3	4	4	2	3	5	4	
16	4	5	5	4	5	5	3	4	5	4	4	6	5	6	5	4	3	3	5	5	4	5	4	4	3	4	4	
17	5	3	3	4	3	4	4	4	2	4	2	3	3	3	4	6	4	3	3	3	5	4	2	3	3	4	3	
18	5	5	8	5	6	6	5	6	5	6	5	6	6	5	6	4	8	3	4	7	5	6	5	6	5	6	4	Vinkelhus
19	5	5	3	4	4	6	4	6	5	1	3	4	6	5	5	6	2	4	5	6	6	5	6	1	4	6	4	
20	3	4	3	3	5	5	4	3	2	3	2	4	4	4	4	4	3	3	5	5	3	2	3	4	2	3	2	
21	3	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	3	2	2	5	3	4	4	4	4	5	2	2	6	5	3	
22	4	4	4	4	6	3	5	6	4	4	5	4	5	3	4	4	4	6	6	5	3	5	3	4	5	5	5	
23											2	1	1	0	2	1	3	2	2	1	1	1	1	3	2	1	2	
24	3	3	3	4	5	4	3	5	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	5	2	
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	1	1	
26		3	4	2	4	2	4	3	4	4	4	3	5	4	2	5	3	3	3	2	2	5	3	3	4	4	3	
27	4	3	3	3	4	5	7	4	6	3	4	7	6	5	6	5	5	2	3	4	4	5	4	4	4			
28	4	3	2	1	1	6	3	2	3	3	5	3	3	6	4	2	3	3	2	3	4	3	4	4	4	3	4	
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
30	3	5	4	4	4	3	5	4	5	3	4	4	4	5	2	5	5	3	3	4	5	5	3	4	5	4	6	
31	2	4	2	4	2	1	4	4	2	2	1	4	3	2	3	1	4	2	3	3	3	1	2	2	4	2	3	
32	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	
33		2	0	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	

TABELL 2:2 Antal tillslag per dygn för steg 2 i varmvattenberedaren hos de 33 hushållen i Bua Västergård.

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0			Radhus
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	3	1	1	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	1	1	1	2	1	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	2	2	1	1	2	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	
11	0	2	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	2	2	0	1	1	0	1	2	1	0	1	0	
12	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	
15		1	0	2	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	2	2	0	1	
16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
17	0	0	1	2	0	1	1	0	0	1	2	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	
18	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	Vinkelhus
19	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	
20	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	2	1	0	1	
21	1	1	0	1	1	2	0	0	2	1	1	1	1	0	2	1	0	2	1	1	1	0	2	1	2	1	1	
22	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
23											0	0	0	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	3	1	2	2	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
27	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2				
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	1	1	2	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	3	0	
31	0	1	2	2	1	2	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	3	1	2	
32	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	0	1	2	2	2	
33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABELL 2:3 Antal tillslag per dygn för steg 3 i varmvattenberedaren hos de 33 hushållen i Bua Västergård.

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0			Radhus
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	
11	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	
15		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
17	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	2	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1	
18	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	Vinkelhus
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
21	1	1	0	1	1	2	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2	1	1	1	0	0	1	2	1	1	
22	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
23											0	0	0	1	2	2	1	1	2	2	3	2	3	2	1	2	2	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0			
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	
31	0	0	2	1	1	1	0	1	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABELL 3:R Totalt antal tillslag, uppdelat i grupper med samma antal tillslag per dygn, för varje timme under dygnet. Nedanstående värden gäller radhusgruppen.

Antal tillslag/dygn

Effektnivå 1kW

1	8	1	0	1	0	1	2	4	2	2	0	3	0	2	1	0	2	4	2	1	4	5	2	0
2	3	1	0	0	1	1	3	4	0	1	1	1	2	3	2	2	1	0	3	2	0	0	0	1
3	2	2	1	1	1	10	10	13	4	3	5	3	1	5	10	8	2	10	5	4	3	0	4	1
4	3	3	4	5	9	17	22	18	10	7	12	6	8	14	18	7	14	17	17	8	4	15	10	12
5	8	4	5	10	16	17	23	25	10	12	10	8	12	19	12	10	13	24	12	12	4	16	19	19
6	6	1	3	3	4	6	7	3	2	3	5	4	3	3	5	5	6	3	3	6	3	6	3	3
7	2	0	3	0	1	1	2	2	0	2	1	0	1	3	0	0	1	2	2	1	2	0	2	0
8	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1

Effektnivå 2kW

1	7	0	0	0	0	0	0	2	2	4	5	1	0	2	2	4	2	7	6	4	6	2	5	4
2	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Effektnivå 3kW

1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	1	1	3	2	2	4	6	4	3	2	3
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABELL 3:V Totalt antal tillslag, uppdelat i grupper med samma antal tillslag per dygn, för varje timme under dygnet. Nedanstående värden gäller för vinkelhusgruppen.

Antal tillslag/dygn Effektnivå 1kW

1	3	0	0	0	0	2	2	5	1	2	1	7	3	8	2	7	4	2	1	2	0	1	1	1
2	6	1	0	1	1	2	4	13	1	3	0	1	4	1	2	1	5	1	5	3	1	0	0	6
3	4	1	4	5	7	7	18	7	5	3	4	2	2	4	9	7	3	4	4	3	3	2	2	1
4	9	7	5	9	8	10	19	12	9	7	4	4	5	10	6	12	9	5	6	5	3	5	6	5
5	1	3	2	12	12	2	20	14	3	5	10	3	5	12	6	9	11	7	9	11	5	4	8	6
6	3	2	2	5	5	4	12	7	2	3	8	4	2	6	4	8	9	7	5	7	5	6	10	6
7	2	0	1	0	2	1	1	2	0	2	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	2	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Effektnivå 2kW

1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	2	4	2	0	3	4	2	9	5	5	2	2	2
2	4	0	0	0	0	0	0	1	2	2	4	1	4	2	2	0	1	2	3	4	0	1	4	1
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Effektnivå 3kW

1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	1	0	2	7	4	5	4	3	1
2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	4	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bilaga 2

TABELL 4:R Frekvens för antalet tillslag per dygn hos radhusgruppen

Antal tillslag	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Steg 1	0.008	0.187	0.064	0.143	0.259	0.255	0.064	0.016	0.004
" 2	0.717	0.259	0.024	0	0	0	0	0	0
" 3	0.841	0.151	0.008	0	0	0	0	0	0

TABELL 4:V Frekvens för antalet tillslag per dygn hos vinkelhusgruppen

Antal tillslag	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Steg 1	0.009	0.238	0.134	0.160	0.195	0.156	0.095	0.013	0
" 2	0.697	0.216	0.082	0.004	0	0	0	0	0
" 3	0.814	0.143	0.039	0.004	0	0	0	0	0

TABELL 5:R Genomsnittlig frekvens för när tillslag sker under dygnets olika timmar för radhusen.

Steg 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0.036	0.014	0.018	0.022	0.036	0.059	0.078	0.077	0.031	0.034	0.038	0.028
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	0.031	0.055	0.055	0.036	0.043	0.068	0.049	0.039	0.022	0.047	0.044	0.041
Steg 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.027	0.039	0.052	0.078	0.013
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	0.013	0.040	0.027	0.052	0.027	0.092	0.118	0.065	0.078	0.027	0.078	0.052
Steg 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0.051	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.025	0.025	0.097	0.000
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	0.024	0.025	0.048	0.073	0.048	0.050	0.098	0.168	0.097	0.072	0.049	0.073

TABELL 5:V Genomsnittlig frekvens för när tillslag sker under dygnets olika timmar för vinkelhusen.

Steg 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0.038	0.019	0.019	0.043	0.047	0.038	0.103	0.081	0.028	0.034	0.038	0.028
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	0.030	0.057	0.040	0.061	0.055	0.036	0.040	0.043	0.023	0.026	0.039	0.034
Steg 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0.066	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.012	0.044	0.033	0.088	0.033
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	0.088	0.056	0.022	0.034	0.056	0.044	0.132	0.099	0.055	0.044	0.066	0.033
Steg 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.019	0.076	0.075
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	0.002	0.020	0.037	0.019	0.020	0.038	0.151	0.094	0.112	0.093	0.131	0.038

TABELL 6:1R Frekvens för tidpunkt för tillslag hos elektrisk varmvattenberedare i radhusgruppen i Bua Västergård för belastningskurvor sorterade med hänsyn till när maximal hushållseleffekt inträffar (modell 3). Frekvensen är given i procent och gäller steg 1 (1kW).

Timme då maximal hushållseffekt inträffar	Timme 1	2.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	13	0	0	0	10	0	10	0	0	13	0	10	0	0	10	13	0	0	0	0	13	0	10
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	25	0	0	25	0	0	0	0	25	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	5	0	10	5	15	0	0	0	0	5	5	10	0	0	0	10	10	5	0	5	10	5
8	3	4	3	0	7	4	10	11	4	0	0	0	10	11	4	0	0	4	7	4	0	0	15	0
9	0	7	0	0	0	0	7	42	0	0	0	0	0	7	8	0	7	8	0	7	0	8	0	0
10	5	0	0	0	0	4	15	5	14	3	5	0	2	10	3	0	7	2	3	2	0	17	2	5
11	6	0	0	0	12	4	0	17	4	0	6	20	0	0	0	8	4	8	4	4	0	0	4	0
12	8	0	0	0	0	11	4	8	0	28	8	10	0	0	0	0	0	4	8	4	0	0	0	6
13	10	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0	50	10	0	0	0	0
14	0	0	8	0	0	0	20	8	0	5	6	13	0	8	11	0	0	6	5	8	0	0	0	0
15	0	0	3	4	0	0	12	4	0	3	4	29	0	3	4	4	4	4	0	8	4	0	4	3
16	10	4	0	2	2	4	2	6	4	2	7	2	0	0	4	8	19	13	0	2	2	2	6	2
17	6	0	0	4	7	0	3	11	3	4	2	0	4	9	4	7	15	4	0	2	3	4	8	2
18	3	2	2	2	1	10	9	4	2	5	5	2	1	10	9	4	2	9	5	1	1	1	5	6
19	10	3	1	2	2	9	3	12	3	3	3	4	2	5	5	3	2	9	8	1	0	4	2	1
20	1	1	2	2	4	6	12	3	3	3	2	1	2	5	7	4	2	10	3	6	3	5	6	4
21	12	1	1	2	2	2	5	6	4	1	2	2	3	1	7	1	4	2	7	7	17	7	3	1
22	4	1	0	3	3	4	9	11	3	4	2	0	5	6	6	1	4	5	4	3	2	12	3	7
23	0	0	0	0	6	2	4	14	2	0	4	0	5	3	0	11	4	3	4	2	5	9	14	9
24	0	0	0	0	0	10	0	13	10	0	10	0	0	13	0	0	13	10	0	0	0	0	0	23

TABELL 6:1V Frekvens för tidpunkt för tillslag hos elektrisk varmvattenberedare i vinkelhusgruppen i Bua Västergård för belastningskurvor sorterade med hänsyn till när maximal hushållseleffekt inträffar (modell 3). Frekvensen är given i procent och gäller för steg 1 (1kW).

Timme då maximal hushållseffekt inträffar	Timme 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	33	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	6	0	0	5	3	4	16	17	4	0	2	0	2	3	4	4	4	2	6	2	3	0	4	9
9	3	0	3	4	5	0	14	9	3	0	0	2	6	4	0	13	5	8	6	0	2	0	5	6
10	10	0	3	0	10	3	21	17	13	4	0	3	0	0	4	3	0	0	0	0	4	0	3	4
11	2	0	4	0	4	4	4	0	0	4	18	29	2	17	0	0	0	4	0	0	0	4	0	4
12	7	4	0	0	4	0	4	21	4	14	0	29	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
13	4	0	0	0	8	4	6	8	0	4	6	8	17	17	6	0	0	0	0	4	0	0	0	8
14	0	0	7	10	0	0	0	17	0	0	5	40	5	5	0	0	0	0	0	0	7	0	5	0
15	4	5	0	5	7	5	3	13	3	1	4	0	3	10	7	18	2	0	0	1	0	0	5	4
16	6	3	5	3	9	5	0	9	6	0	6	0	0	11	2	8	13	5	3	2	0	0	2	2
17	12	3	1	2	5	4	7	13	1	1	2	3	4	7	3	10	10	6	0	2	2	1	1	0
18	2	1	0	4	1	2	6	8	2	3	2	5	4	11	3	15	12	4	0	0	2	1	3	10
19	8	2	2	6	4	8	9	6	3	4	3	0	3	5	3	6	7	5	5	3	1	4	2	1
20	2	2	1	4	3	2	9	10	3	4	1	1	3	13	6	7	3	3	7	9	5	1	1	1
21	0	3	2	3	4	0	13	6	0	1	2	0	0	4	11	2	5	7	11	13	1	4	0	7
22	4	0	0	2	0	7	12	4	5	8	5	1	3	2	7	7	4	2	7	5	0	7	6	2
23	3	0	3	2	5	4	16	12	2	0	5	13	10	0	2	3	6	0	3	2	2	0	9	2
24	0	0	0	0	0	8	17	8	0	0	0	0	0	8	17	0	8	0	0	8	0	0	8	17

TABELL 6:2R Frekvens för tidpunkt för tillslag hos elektrisk varmvattenberedare i radhusgruppen i Bua Västergård för belastningskurvor sorterade med hänsyn till när maximal hushållseleffekt inträffar (modell 3). Frekvensen är given i procent och gäller steg 2 (2kW).

Timme då maximal hushållseffekt inträffar	Timme 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	17	0	0	0	0	0	0	0	0	33	17	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	17
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33	0	33	0	0	0
12	8	0	0	0	0	0	0	0	17	0	25	17	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	33	0	0	0	50	0	0	0	0
16	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	33	0	0	0	0	0	0
17	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	20	0	40	0	0	0	0	0	20
18	20	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	20	40	0	0	0	10	0
19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	6	0	6	24	6	6	12	18	6
20	7	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	14	29	7	14	0	0	14	0
21	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	57	0	0	14
22	17	0	0	0	0	0	0	17	0	17	17	0	0	0	0	17	0	0	0	17	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABELL 6:2V Frekvens för tidpunkt för tillslag hos elektrisk varmvattenberedare i vinkelhusgruppen i Bua Västergård för belastningskurvor sorterade med hänsyn till när maximal hushållseleffekt inträffar (modell 3). Frekvensen är given i procent och gäller för steg 2 (2kW).

Timme då maximal hushållseffekt inträffar	Timme 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	33	0	0
10	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	10	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	20	30	0	10	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	50	0	0	0	0	0	17	0	0	0	17
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	67	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	33	0	0	0	0
17	6	0	0	0	0	0	0	0	6	6	12	12	6	0	0	0	6	0	12	0	12	0	19	0
18	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	6	0	0	12	12	0	37	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	9	9	0	9	0	0	0	0	27	14	9	9	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	10	20	0	0	0	20	20	0	10	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
22	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	12	12	12	0	6	0	0	19	12
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12	12	0	25	0	12	25
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABELL 6: 3R Frekvens för tidpunkt för tillslag hos elektrisk varmvattenberedare i radhusgruppen i Bua Västergård för belastningskurvor sorterade med hänsyn till när maximal hushållseleffekt inträffar (modell 3). Frekvensen är given i procent och gäller steg 3 (3kW).

Timme då maximal hushållseffekt inträffar	Timme 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	50	25	0	0	0	0	100	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	50	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	50
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	50	37	0	0	0	0
19	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	0	14	29	7	7	14	7
20	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	20	40	0	20
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	25	0	0	0	25	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABELL 6:3V Frekvens för tidpunkt för tillslag hos elektrisk varmvattenberedare i vinkelhusgruppen i Bua Västergård för belastningskurvor sorterade med hänsyn till när maximal hushållseleffekt inträffar (modell 3). Frekvensen är given i procent och gäller för steg 3 (3kW).

Timme då maximal hushållseffekt inträffar	Timme 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	12	12	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	50	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	20	30	7
18	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	17	0	0	33	17	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	10	10	0	0	10	0	0	0	30	5	20	10	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
22	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	25	0	0	0	37	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	25	0	25	0	25
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABELL 7:R Frekvens för tidpunkt för tillslag hos elektrisk varmvattenberedare i radhusgruppen i Bua Västergård, för belastningskurvor sorterade med hänsyn till när maximal hushållseffekt inträffar. Genomsnitt för alla tre effektstegen.

Timme då maximal hushållseffekt inträffar \ Timme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0	0.0	12.5	0.0	10.0	0.0	0.0	10.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	10.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	5.0	0.0	10.0	5.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	10.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	5.0	0.0	5.0	10.0	5.0
8	2.9	4.0	2.9	0.0	6.9	4.0	10.0	10.9	4.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.9	4.0	0.0	0.0	4.0	6.9	4.0	0.0	0.0	14.9	0.0
9	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	31.3	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.3	0.0	5.0	6.3	0.0	5.0	0.0	6.3	0.0	0.0
10	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	8.3	2.5	7.8	12.5	13.6	0.0	1.1	5.6	6.9	0.0	3.6	1.1	1.4	1.1	0.0	9.4	1.1	8.1
11	3.3	0.0	0.0	0.0	7.0	2.5	0.0	10.3	2.5	0.0	13.3	12.0	0.0	0.0	0.0	4.5	2.5	4.5	12.5	12.5	10.0	0.0	2.5	0.0
12	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	1.8	3.6	7.1	11.9	14.3	11.3	3.6	14.3	3.6	0.0	0.0	1.8	3.6	1.8	0.0	0.0	7.1	2.4
13	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	50.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	14.3	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	11.2	4.8	0.0	2.9	3.6	7.6	0.0	4.8	20.7	14.3	0.0	3.6	2.9	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	1.8	2.3	0.0	0.0	6.4	2.3	0.0	1.8	2.3	15.9	4.5	1.8	2.3	20.5	2.3	2.3	0.0	18.2	11.4	0.0	2.3	1.8
16	15.6	2.8	0.0	1.4	1.4	3.1	1.4	4.2	2.8	1.4	5.6	1.7	0.0	0.0	2.8	5.8	22.2	18.1	0.0	1.4	1.4	1.7	4.2	1.4
17	6.3	0.0	0.0	2.8	4.1	0.0	2.1	6.8	1.8	2.4	1.1	0.0	2.4	8.3	2.6	9.6	14.6	12.9	0.0	1.1	1.8	2.6	5.2	11.6
18	5.4	1.1	1.5	1.3	0.8	6.9	6.5	3.0	3.1	5.4	3.5	1.2	1.0	7.2	6.1	3.0	1.2	10.0	16.4	5.3	0.5	0.5	5.2	4.1
19	8.8	2.1	0.8	1.4	1.1	5.5	1.9	7.6	2.1	3.3	4.5	2.5	1.5	3.4	3.3	4.6	1.1	6.7	12.1	7.0	2.7	5.9	7.4	2.9
20	1.9	1.0	2.0	1.8	3.2	5.1	9.9	4.3	4.5	2.6	2.0	1.1	1.9	4.0	5.5	3.7	3.7	15.7	3.7	6.5	2.0	4.2	6.5	3.0
21	11.0	0.5	0.4	1.2	1.4	1.4	3.6	4.3	2.6	0.5	1.2	1.4	2.2	3.6	7.5	0.5	2.6	1.4	4.9	4.9	25.1	10.0	1.8	5.8
22	5.6	0.7	0.0	2.4	2.5	2.8	6.4	10.8	1.8	5.4	9.6	0.0	3.3	4.4	4.2	3.3	5.8	3.4	2.9	5.1	4.0	8.5	1.8	5.3
23	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	2.4	3.6	14.0	2.4	0.0	3.6	0.0	5.2	2.9	0.0	10.7	3.6	2.9	3.6	2.4	4.8	8.8	14.3	9.3
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	12.5	10.0	0.0	10.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	12.5	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5

TABELL 7:V Frekvens för tidpunkt för tillslag hos elektrisk varmvattenberedare i vinkelhusgruppen i Bua Västergård, för belastningskurvor sorterade med hänsyn till när maximal hushållseffekt inträffar. Tabellen redovisar genomsnittsvärdet för alla tre effektstegen i procent.

Timme då maximal hushållseffekt inträffar \ Timme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.1	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	5.6	0.0	0.0	4.6	2.2	3.7	13.9	15.2	3.7	11.1	1.9	0.0	1.9	2.2	3.7	3.7	3.7	1.9	5.0	1.9	2.8	0.0	3.7	7.8
9	2.3	0.0	2.3	3.0	3.8	0.0	9.8	6.8	11.4	0.0	0.0	1.5	4.5	3.0	0.0	9.1	3.8	6.1	4.5	9.1	1.5	9.1	3.8	4.5
10	17.4	0.0	1.5	0.0	5.3	1.5	11.4	9.1	6.8	2.3	18.2	6.1	0.0	3.0	2.3	1.5	4.5	0.0	0.0	0.0	2.3	3.0	1.5	2.3
11	2.0	0.0	3.6	0.0	4.4	3.6	4.4	0.0	0.0	4.4	17.9	28.6	2.0	16.7	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	3.6
12	6.2	1.6	0.0	0.0	1.6	0.0	1.6	12.5	4.7	9.4	3.1	12.5	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	18.7	6.2	6.2	3.1	0.0
13	2.8	0.0	0.0	0.0	5.6	2.8	3.7	5.6	0.0	2.8	3.7	5.6	16.7	27.8	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	11.1
14	0.0	0.0	4.2	6.2	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	3.1	31.2	28.1	3.1	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	4.2	0.0	3.1	0.0
15	2.8	3.6	0.0	3.8	4.8	3.6	2.4	9.2	2.4	1.0	2.9	0.0	8.9	7.1	4.8	12.5	1.4	0.0	14.3	8.2	0.0	0.0	3.4	2.9
16	3.8	1.9	3.0	1.9	5.4	3.0	0.0	5.8	3.8	0.0	3.7	0.0	0.0	6.5	1.3	5.2	23.1	10.9	1.5	9.0	7.7	0.0	1.1	1.3
17	8.8	2.0	0.7	1.0	3.0	2.5	4.4	8.3	2.2	3.7	5.0	4.7	3.9	4.0	1.6	6.1	7.9	3.5	6.9	1.5	4.1	3.7	9.6	1.0
18	3.8	0.5	0.0	2.4	0.7	1.4	3.7	4.8	1.2	1.8	6.4	7.3	4.1	6.5	1.9	15.0	10.5	2.3	13.5	2.7	1.0	0.7	1.8	6.1
19	4.7	1.1	1.4	3.7	2.5	4.9	5.8	3.5	5.3	2.8	5.2	3.5	1.8	5.0	3.4	3.6	4.7	3.3	13.9	5.4	6.0	6.0	1.5	0.7
20	1.4	1.4	0.9	3.0	2.3	1.8	7.4	7.9	2.0	3.0	0.9	0.9	4.9	10.2	5.7	8.2	2.7	2.2	5.5	10.0	9.8	0.9	5.8	1.0
21	0.0	2.6	2.0	2.5	3.5	0.0	11.2	5.3	0.0	1.2	2.2	0.0	0.0	3.3	10.0	1.5	4.8	5.8	9.8	11.2	7.1	9.8	0.0	6.4
22	8.6	0.0	0.0	1.1	0.0	4.8	7.9	2.9	3.4	5.1	4.5	0.6	3.4	3.0	4.3	7.6	5.8	3.9	7.7	4.5	0.0	4.6	12.6	3.9
23	1.4	0.0	1.9	1.1	2.5	2.3	8.8	6.4	0.9	0.0	2.5	6.9	5.6	0.0	9.4	1.4	3.4	2.8	4.2	6.7	6.5	5.6	7.3	12.0
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	16.7	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	16.7	0.0	8.3	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	8.3	16.7

TABELL 8:R Varmvattenberedarnas genomsnittliga inkopplingstid som funktion av antal tillslag per dygn och tillslagstidpunkt. Tabellen gäller radhus.

Steg 1

Antal tillslag / dygn \ Timme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	7.5	8.0	0.0	7.0	0.0	8.0	12.0	7.5	5.0	5.5	0.0	12.7	0.0	9.0	19.0	0.0	9.0	8.7	11.0	9.0	9.2	10.4	10.5	0.0
2	1.3	1.0	0.0	0.0	10.0	6.0	3.3	7.0	0.0	13.0	9.0	5.0	10.0	5.7	6.0	7.5	4.0	0.0	9.0	5.0	0.0	0.0	0.0	1.0
3	5.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.4	3.7	2.5	2.2	5.0	9.0	7.7	1.0	5.0	2.2	3.6	8.5	6.9	6.0	6.5	3.7	0.0	3.7	1.0
4	1.7	1.0	1.0	1.2	1.3	1.9	3.1	3.0	3.0	3.0	2.6	2.7	1.9	1.7	2.7	3.1	3.6	4.1	2.8	3.2	4.5	3.1	3.2	2.2
5	1.5	1.0	1.0	1.2	1.3	1.8	2.0	2.5	2.1	2.4	3.3	1.2	2.1	2.7	1.5	3.2	2.5	2.6	3.2	2.2	2.0	1.9	1.9	1.6
6	1.8	1.0	1.3	1.0	1.0	2.5	2.7	4.0	1.5	1.0	1.2	1.2	1.3	2.0	1.8	1.4	2.3	1.7	2.3	2.2	3.3	1.8	1.3	1.0
7	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	2.0	1.5	0.0	2.0	2.0	0.0	3.0	1.7	0.0	0.0	1.0	1.5	1.5	1.0	4.0	0.0	1.0	0.0
8	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0

Steg 2

1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	3.0	4.0	2.4	6.0	0.0	3.0	4.5	5.0	3.5	4.0	3.8	3.2	4.3	2.0	2.4	1.2
2	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	6.0	0.0	3.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	4.0	0.0	0.0	1.0	0.0

Steg 3

1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.5	0.0	0.0	3.0	2.0	3.3	3.5	2.0	1.7	2.2	2.7	3.0	1.0	1.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0

TABELL 8:V Varmvattenberedarnas genomsnittliga inkopplingstid som funktion av antal tillslag per dygn och tillslagstidpunkt. Tabellen gäller vinkelhus.

Antal tillslag / dygn		Timme 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Steg 1	1	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	18.5	16.4	23.0	18.5	14.0	14.0	11.7	14.5	10.0	11.9	13.0	12.5	18.0	7.5	0.0	8.0	10.0	4.0
	2	2.0	2.0	0.0	1.0	1.0	7.0	8.2	10.5	2.0	6.7	0.0	10.0	11.0	10.0	3.5	7.0	8.8	18.0	5.8	6.7	4.0	0.0	0.0	5.0
	3	1.5	1.0	1.0	1.4	1.3	4.9	4.7	6.0	9.4	2.7	3.5	3.0	10.5	5.7	5.7	6.1	6.7	5.5	5.2	4.7	5.3	3.5	3.5	2.0
	4	1.8	1.1	1.0	1.2	1.4	2.3	3.4	3.1	4.9	3.7	5.7	5.2	4.0	3.0	2.7	6.2	5.4	5.2	3.5	3.2	3.7	2.6	1.8	1.8
	5	1.0	1.0	1.0	1.3	1.2	1.5	2.5	3.6	2.7	1.6	2.6	2.0	3.0	1.3	2.5	2.6	2.5	4.4	3.4	3.3	2.0	3.7	2.1	1.8
	6	2.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.5	2.3	3.3	1.5	1.3	1.9	2.0	2.5	1.3	1.0	2.7	1.9	1.3	1.6	1.0	1.6	2.0	1.8	2.0
	7	1.0	0.0	1.0	0.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	4.0	5.0	0.0	3.0	0.0	2.0	0.0	1.0	1.0	0.0
Steg 2	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0	7.2	3.0	5.7	7.0	0.0	6.0	5.2	4.0	3.7	3.6	3.2	3.0	3.0	1.0
	2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	3.5	7.0	6.5	5.0	5.5	3.5	3.0	0.0	8.0	5.0	4.0	4.2	0.0	5.0	2.5	1.0
	3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
Steg 3	1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.5	2.0	0.0	1.5	3.0	2.2	2.2	2.2	2.0	1.0
	2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	6.0	4.5	6.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	1.0	4.0	2.2	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

Bilaga 2

TABELL 9:R Varmvattenberedarens genomsnittliga inkopplingstid, hos radhusgruppen, som funktion av antalet tillslag per dygn.

Antal tillslag/dygn	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Steg 1	24.0	9.1	6.0	4.1	2.7	2.1	1.9	1.6	1.4
" 2	0.0	3.3	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
" 3	0.0	2.3	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

TABELL 9:V Varmvattenberedarens genomsnittliga inkopplingstid, hos vinkelhusen, som funktion av antalet tillslag per dygn.

Antal tillslag/dygn	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Steg 1	24.0	13.4	7.2	4.6	3.3	2.4	1.8	1.5	0.0
" 2	0.0	4.3	4.4	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
" 3	0.0	2.2	3.2	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Bilaga 3

Program för det första steget i simuleringskedjan

```
LL*MODFIL(1).STEP1(1)
      BEGIN
      !
      ;
      PROCEDURE slump(x,m,sigma,start);
      REAL x,m,sigma;
      INTEGER start;
      NAME start,x;
      BEGIN
            REAL slu,slut;
            slu:=uniform(0.0,1.0,start);
            slut:=uniform(0.0,1.0,start);
            x:=m+sigma*sqrt(-2.0*ln(slu))*sin(6.283*slut);
         END;
      !
      ;
      REAL mh,sigmah,alfa,beta,sigmvv,mvsp,sigvsp,mgr,sigmgr,
      phs,mvv,pvvs,pvspec,pgr,x;
      INTEGER ant,hnr,start;
      start:=inint;
      ant:=inint;
      mh:=inreal; sigmah:=inreal;
      alfa:=inreal; beta:=inreal; sigmvv:=inreal;
      mvsp:=inreal;sigvsp:=inreal;
      mgr:=inreal; sigmgr:=inreal;
      INSPECT NEW outfile("LLL") DO BEGIN
         open(blanks(80));
         FOR hnr:=1 STEP 1 UNTIL ant DO BEGIN
            slump(phs,mh,sigmah,start);
            mvv:=alfa+beta*phs;
            slump(pvvs,mvv,sigmvv,start);
            slump(pvspec,mvsp,sigvsp,start);
            slump(pgr,mgr,sigmgr,start);
            outint(hnr,5); outfix(phs,2,8); outfix(pvvs,2,8);
            outfix(pvspec,3,9); outfix(pgr,2,9); outimage;
         END;
      close; END;
      END;
```

Exekvering av programmet

"XQT

Ett slumptal (för start av slumptalsgeneratorn i datorn)

Antal hushåll i den planerade hushållsgruppen

Genomsnittlig huhållseffekt

Standardavvikelsen för hushållseffekter

Regressionslinjens koefficienter (2 st)

Regressionslinjens standardavvikelse

Genomsnittligt specifikt värmebehov

Standardavvikelsen för specifika värmebehovet

Genomsnittligt tillgodogörbar hushållseleffekt

Standardavvikelsen för tillgodogörbar hushållseleffekt

Utdata hamnar i filen LLL. och ser ut enligt följande för varje hushåll

NR	$\overline{PH}$	$\overline{PVV}$	$\overline{PSP}$	$\overline{PGR}$
1	$\overline{PH(1)}$	$\overline{PVV(1)}$	$\overline{PSP(1)}$	$\overline{PGR(1)}$
2	$\overline{PH(2)}$	$\overline{PVV(2)}$	$\overline{PSP(2)}$	$\overline{PGR(2)}$
.				
.				
.				
n	$\overline{PH(n)}$	$\overline{PVV(n)}$	$\overline{PSP(n)}$	$\overline{PGR(n)}$

FRAMTAGNA INDATA FÖR FÖRSTA STEGET

För radhusgruppen har följande värden skattats

Belastningstyp	Genomsnittsvärde	Standardavvikelse
Hushållsel ($\overline{PH}$)	0.46 kW	0.15
Varmvatten ($\overline{PVV}$)	0.29+0.55·PH(NR) kW	0.09
Specifikt värme-behov ($\overline{PSP}$)	0.117 kW/^{o}C	0.019
Tillgodogörbar hushållseffekt ($\overline{PGR}$)	0.232 kW	0.070

För vinkelhusgruppen har följande värden skattats

Hushållsel	0.55 kW	0.14
Varmvatten	0.17+0.83·PH(NR) kW	0.13
Specifikt värme-behov	0.157 kW	0.021
Tillgodogörbar hushållseffekt	0.282 kW	0.059

För båda ovannämnda grupper tillsammans har följande värden skattats

Hushållsel	0.50 kW	0.14
Varmvatten	0.25+0.67·PH(NR) kW	0.11
Specifikt värme-behov	0.140 kW	0.020
Tillgodogörbar hushållseffekt	0.260 kW	0.065

OBS !

Vid skattningen av hushållsbelastningen och den andel av hushållselen som kan tillgodogöras hushållen i form av värme har hushåll nummer 26 (ett vinkelhus) uteslutits pga misstanke om att det har utnyttjat hushållsel för uppvärmning.

Vid skattningen av regressionslinjen för sambandet mellan hushållsel och varmvattenbelastning har hushåll nummer 26 och 23 uteslutits, då de stör resultatet i mycket stor omfattning.

SIMULERINGSRESULTAT FÖR FÖRSTA STEGET

Som indata har använts de i bilaga 4 redovisade skattningarna.

Radhus

NR	PH(NR)	PVV(NR)	PSP(NR)	PGR(NR)
1	0.48	0.68	0.103	0.18
2	0.52	0.47	0.127	0.24
3	0.43	0.50	0.106	0.36
4	0.40	0.39	0.147	0.23
5	0.32	0.43	0.157	0.26
6	0.41	0.47	0.097	0.18
7	0.52	0.46	0.120	0.25
8	0.55	0.59	0.112	0.23
9	0.52	0.68	0.081	0.20
10	0.78	0.69	0.132	0.34
11	0.35	0.39	0.104	0.22
12	0.28	0.29	0.134	0.16
13	0.48	0.51	0.092	0.11
14	0.41	0.44	0.109	0.21
15	0.42	0.49	0.126	0.34
16	0.54	0.61	0.114	0.25
17	0.26	0.48	0.118	0.24

Vinkelhus

NR	PH(NR)	PVV(NR)	PSP(NR)	PGR(NR)
1	0.57	0.82	0.142	0.24
2	0.59	0.51	0.168	0.29
3	0.53	0.57	0.144	0.39
4	0.51	0.41	0.190	0.28
5	0.44	0.49	0.201	0.30
6	0.51	0.53	0.135	0.23
7	0.60	0.50	0.161	0.29
8	0.61	0.68	0.152	0.28
9	0.59	0.81	0.117	0.26
10	0.78	0.78	0.174	0.38
11	0.47	0.43	0.143	0.27
12	0.42	0.30	0.176	0.22
13	0.56	0.58	0.130	0.18
14	0.52	0.48	0.148	0.26
15	0.52	0.56	0.167	0.37

Bilaga 6

Datorprogram för simulering av dygnsvis genomsnittsbelastning

```
LL*MODFIL(1).STEP2(1)
 1      BEGIN
 2      !
 3      normalfördelningsprogram
 4      ;
 5      PROCEDURE slump(x,m,sigma,start);
 6      REAL x,m,sigma;
 7      INTEGER start;
 8      NAME start,x;
 9      BEGIN
10            REAL slu,slut;
11            slu:=uniform(0.0,1.0,start);
12            slut:=uniform(0.0,1.0,start);
13            x:=m+sigma*sqrt(-2.0*ln(slu))*sin(6.283*slut);
14         END;
15      !
16      huvudprogram
17      ;
18      REAL ARRAY mh(1:100),mvv(1:100),mvsp(1:100),mgr(1:100);
19      REAL sigmah,sigmvv,sigvsp,sigmgr,sigah,sigvv,sigsp,siggr,
20      phs,pvvs,pvspec,pgr,x;
21      INTEGER ant,hnr,start,antd,dnr,urk;
22      start:=inint;
23      antd:=inint;
24      ant:=inint;
25      sigmah:=inreal;
26      sigmvv:=inreal;
27      sigvsp:=inreal;
28      sigmgr:=inreal;
29      FOR hnr:=1 STEP 1 UNTIL ant DO BEGIN
30         urk:=inint; mh(hnr):=inreal; mvv(hnr):=inreal;
31         mvsp(hnr):=inreal; mgr(hnr):=inreal; inimage;
32      END;
33      INSPECT NEW outfile("LLL") DO BEGIN
34         open(blanks(80));
35         FOR dnr:=1 STEP 1 UNTIL antd DO BEGIN
36            outint(dnr,10); outimage; outimage;
37            FOR hnr:=1 STEP 1 UNTIL ant DO BEGIN
38               sigah:=sigmah*mh(hnr);
39               slump(phs,mh(hnr),sigah,start);
40               sigvv:=sigmvv*mvv(hnr);
41               slump(pvvs,mvv(hnr),sigvv,start);
42               sigsp:=sigvsp*mvsp(hnr);
43               slump(pvspec,mvsp(hnr),sigsp,start);
44               siggr:=sigmgr*mgr(hnr);
45               slump(pgr,mgr(hnr),siggr,start);
46               outint(hnr,5); outfix(phs,2,8); outfix(pvvs,2,8);
47               outfix(pvspec,3,9); outfix(pgr,2,9); outimage;
48            END;
49            FOR hnr:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO outimage;
50         END;
51      close; END;
52      END;
```

Exekvering av programmet
"XQT
Startvärde för slumptalsgeneratorn
Antal dygn
Antal hushåll
Dygnsgenomsnittets standardavvikelse för hushållsel, varmvatten, specifikt värmebehov och för den tillgodogörbara hushållselen
De i steg 1 framtagna långtidsgenomsnitten för respektive hushåll

Utdata hamnar i filen LLL. De ligger upplagda på samma sätt som resultaten från steg 1, men med den skillnaden att här finns en tabell per dygn.

TILL SIMULERINGSSTEG 2 FRAMTAGNA INDATA

För radhusgruppen har följande indata skattats

Belastningstyp	standardavvikelse för P N(1,s)
Hushållsel	0.232
varmvatten	0.325
Specifikt värmebehov	0.072
Tillgodogörbar hus-hållsel	0.430

För vinkelhusgruppen har följande indata skattats

Hushållsel	0.204
Varmvatten	0.226
Specifikt värmebehov	0.066
Tillgodogörbar hus-hållsel	0.350

Vid framtagning av standardavvikelsen för varmvattnet har dag 1 för hushåll nr 15 (radhus) uteslutits då det var problem med mätaren vid detta tillfälle. För övrigt har samma uteslutningar gjorts som beskrivits i tidigare PM.

Bilaga 8

Simuleringsresultat för två dygn för radhusgruppen och vinkelhusgruppen : Steg 2

Radhusgruppen

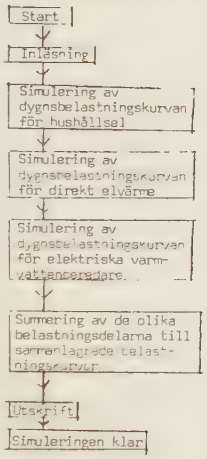
	NR	PH(NR)	PVV(NR)	PSP(NR)	PGR(NR)
		1			
Dygn 1	1	0.36	0.88	0.111	0.15
	2	0.53	0.51	0.127	0.42
	3	0.41	0.53	0.097	0.17
	4	0.44	0.33	0.149	0.23
	5	0.26	0.60	0.162	0.31
	6	0.40	0.59	0.106	0.24
	7	0.58	0.59	0.112	0.24
	8	0.36	0.57	0.115	0.36
	9	0.31	0.49	0.085	0.10
	10	1.37	0.23	0.141	0.16
	11	0.31	0.53	0.104	0.24
	12	0.28	0.30	0.141	0.09
	13	0.52	0.76	0.102	0.09
	14	0.46	0.45	0.122	0.33
	15	0.49	0.39	0.115	0.44
	16	0.33	0.48	0.114	0.24
	17	0.21	0.47	0.121	0.04
		2			
Dygn 2	1	0.60	0.51	0.104	0.09
	2	0.35	0.49	0.152	0.39
	3	0.33	0.51	0.110	0.43
	4	0.45	0.18	0.147	0.26
	5	0.43	0.51	0.151	0.27
	6	0.43	0.58	0.086	0.20
	7	0.58	0.45	0.129	0.13
	8	0.68	0.80	0.121	0.12
	9	0.28	0.67	0.083	0.01
	10	1.04	0.78	0.133	0.37
	11	0.32	0.65	0.102	0.18
	12	0.39	0.17	0.122	0.04
	13	0.36	0.52	0.092	0.13
	14	0.40	0.37	0.102	0.18
	15	0.32	0.46	0.138	0.25
	16	0.62	0.52	0.109	0.36
	17	0.24	0.44	0.116	0.24

Vinkelhusgruppen

	NR	PH(NR)	PVV(NR)	PSP(NR)	PGR(NR)
		1			
Dygn 1	1	0.45	0.99	0.153	0.21
	2	0.60	0.54	0.168	0.47
	3	0.50	0.59	0.132	0.22
	4	0.56	0.37	0.193	0.28
	5	0.37	0.63	0.207	0.34
	6	0.50	0.63	0.147	0.29
	7	0.66	0.60	0.151	0.28
	8	0.43	0.66	0.156	0.41
	9	0.39	0.65	0.123	0.16
	10	1.27	0.42	0.186	0.22
	11	0.43	0.54	0.142	0.29
	12	0.42	0.31	0.185	0.14
	13	0.60	0.78	0.144	0.15
	14	0.57	0.49	0.166	0.38
	15	0.60	0.48	0.153	0.46
		2			
Dygn 2	1	0.39	0.70	0.142	0.23
	2	0.49	0.51	0.172	0.09
	3	0.64	0.47	0.145	0.23
	4	0.37	0.42	0.227	0.42
	5	0.35	0.50	0.209	0.34
	6	0.56	0.33	0.135	0.25
	7	0.78	0.56	0.155	0.30
	8	0.63	0.79	0.135	0.30
	9	0.64	0.80	0.126	0.16
	10	0.94	0.97	0.189	0.24
	11	0.29	0.43	0.147	0.06
	12	0.54	0.33	0.177	0.24
	13	0.52	0.85	0.127	0.15
	14	0.69	0.34	0.135	0.11
	15	0.41	0.57	0.167	0.41

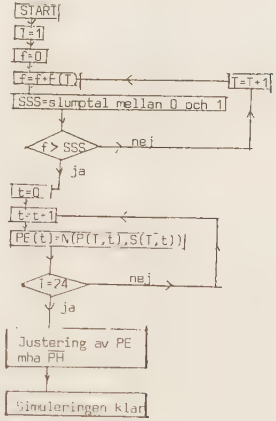
Bilaga 9
Flödesscheman för steg tre i simuleringskedjan

SIMULERING AV DYGNSBELASTNINGSKURVAN FRÅN ELVÄRMDA SMÅHUSHUSHÅLL



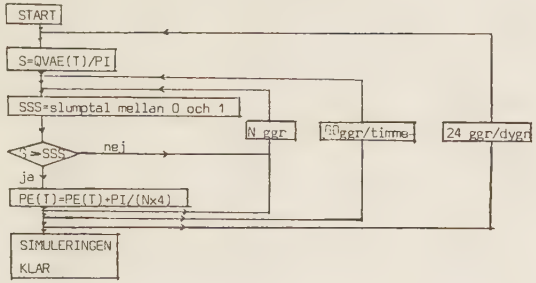
SIMULERINGSPROGRAM FÖR HUSHÅLLSBELASTNING

T	tidpunkt för maxeffekt
F(T)	sannolikheten för att max ska inträffa timme T
PE(t)	simulerad elbelastning timme t, t=1-24
P(T,t)	vald genomsnittskurva timme t, t=1-24
S(T,t)	standardavvikelse för P(T,t)
N(P,S)	normalfördelningsfunktion



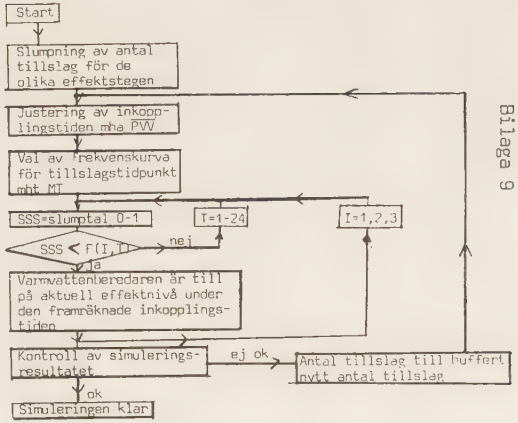
SIMULERINGSPROGRAM FÖR ELVÄRMEBELASTNING

T	timme under aktuellt dygn
QVAE(T)	korrigerat värmeeffektbehov under timme T
PI	installerad elvärmeeffekt
N	antal elradiatorer
PE(T)	simulerat eleffektbehov under timme T



SIMULERINGSPROGRAM FÖR BELASTNINGEN FRÅN ELEKTRISKA VARMVATTENBEREDARE

PW	Påbjuden medeleffekt
MT	Timme för maximal hushållseffekt
F(I,T)	Sannolikhet för att steg I hos varmvattenberedaren ska slå till under timme T



Bilaga 10
Datorprogram för steg tre i simuleringskedjan

```
LL*MODFIL(1).STEP3(1)
      BEGIN
      !
      ¦
      PROCEDURE slump(x,m,sigma,start);
      REAL x,m,sigma;
      INTEGER start;
      NAME start,x;
      BEGIN
            REAL slu,slut;
            slu:=uniform(0.0,1.0,start);
            slut:=uniform(0.0,1.0,start);
            x:=m+sigma*sqrt(-2.0*ln(slu))*sin(6.283*slut);
         END;
      !
      ¦
      PROCEDURE maxtid(mt,mtfrek,start);
      REAL ARRAY mtfrek;
      INTEGER mt,start;
      NAME mt,start;
      BEGIN
            REAL sum,slu;
            INTEGER t;
            t:=0;
            sum:=0;
            slu:=uniform(0.0,1.0,start);
            WHILE sum lt slu DO BEGIN
               t:=t+1;
               mt:=t;
               sum:=sum+mtfrek(t);
            END;
         END;
      !
      simulering av elradiatorernas beteende
      ¦
      PROCEDURE elrad(x,antrad,pirad,qvae,pgrae,ph,start);
      REAL x,pirad,qvae,pgrae,ph;
      INTEGER antrad,start;
      NAME x,start;
      BEGIN
            REAL slu,q,sannol;
            INTEGER an;
            x:=0.0;
            IF ph lt pgrae THEN q:=qvae-ph
            ELSE q:=qvae-pgrae;


            sannol:=q/pirad;
            FOR an:=1 STEP 1 UNTIL 60*antrad DO BEGIN
               slu:=uniform(0.0,1.0,start);
               IF slu lt sannol THEN x:=x+pirad/(60*antrad);
            END;
         END;
      !
      kontroll av att tidpunkten ligger mellan 0 och 24
      ¦
      PROCEDURE tidkoll(t);
      INTEGER t;
      NAME t;
      BEGIN
            WHILE t gt 24 DO t:=t-24;
            WHILE t lt 1 DO t:=t+24;
         END;
      :
      framtagning av dygnsbelastningskurvan för aktuell varmvattenberedare
      ¦
      PROCEDURE vvlast(tfrek,tiltid,ant,pvsnit,start,mt,pvv);
      REAL ARRAY tfrek,tiltid,pvv;
      INTEGER ARRAY ant;
      REAL pvsnit;
      INTEGER mt,start;
      NAME start;
      BEGIN
            REAL ARRAY frek(1:3,1:24),slum(0:8,1:3);
            INTEGER ARRAY vvt(1:3,1:24),vvti(1:24);
            INTEGER tt,an,ttt,itill,itillh,bt,st,vvo,bn,a,b;
            REAL wv,sluma,sum,korrek,tidsum,sumb;
            tidsum:=0;
            IF ant(1) eq 0 THEN tidsum:=tiltid(1,0) ELSE
            FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO tidsum:=tidsum+ant(i)*tiltid(i,ant(i));
            korrek:=24*pvsnit/tidsum;
            bn:=0;
            L31:;
            FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
            FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
               pvv(t):=0;
               frek(i,t):=tfrek(mt,t);
            END;
            FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO BEGIN
               FOR an:=1 STEP 1 UNTIL ant(i) DO
               slum(an,i):=uniform(0.0,1.0,start);
               FOR an:=ant(i) STEP -1 UNTIL 1 DO BEGIN
```

```
90                 sluma:=slum(an,i);
91                 b:=an;
92                 FOR a:=1 STEP 1 UNTIL an DO
93                 IF sluma lt slum(a,i) THEN BEGIN
94                    sluma:=slum(a,i);
95                    b:=a;
96                 END;
97                 FOR a:=b STEP 1 UNTIL an-1 DO
98                 slum(a,i):=slum(a+1,i);
99                 slum(an,i):=sluma;
100           END; END;
101           FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
102           BEGIN
103              t:=1;
104              an:=1;
105              WHILE an lt ant(i)+1 DO BEGIN
106                 sum:=0;
107                 FOR tt:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO sum:=sum+frek(i,tt);
108                 IF sum lt 0.001 THEN GOTO l39;
109                 sumb:=0;
110                 FOR tt:=1 STEP 1 UNTIL t DO
111                 BEGIN
112                    ttt:=tt; tidkoll(ttt);
113                    sumb:=sumb+tfrek(mt,ttt);
114                 END;
115                 IF slum(an,i) lt sumb THEN BEGIN
116                    itill:=tiltid(i,ant(i))*korrek;
117                    IF i lt 3 THEN BEGIN
118                       IF itill lt tiltid(2,ant(2))*korrek THEN itill:=
119                       tiltid(2,ant(2))*korrek;
120                       IF itill lt tiltid(3,ant(3))*korrek THEN itill:=
121                       tiltid(3,ant(3))*korrek;
122                    END;
123                    itillh:=(tiltid(i,ant(i))*korrek-0.5);
124                    FOR tt:=t STEP 1 UNTIL t+itillh-1 DO BEGIN
125                       ttt:=tt; tidkoll(ttt);
126                       vvt(i,ttt):=1;
127                    END;
128                    bt:=t-itill;
129                    st:=t+itill;
130                    FOR tt:=bt STEP 1 UNTIL st DO BEGIN
131                       ttt:=tt;
132                       tidkoll(ttt);
133                       frek(i,ttt):=0.0;
134                    END;

135
136                    wv:=tiltid(i,ant(i))*korrek;
137                    WHILE wv gt 0 DO BEGIN
138                       tt:=t;
139                       tidkoll(tt);
140                       IF wv gt 1 THEN pvv(tt):=pvv(tt)+1 ELSE
141                       pvv(tt):=pvv(tt)+wv;
142                       t:=t+1;
143                       wv:=wv-1;
144                    END;
145                    an:=an+1;
146                 END ELSE t:=t+1;
147                 IF t gt 24 and an lt ant(i)+1 THEN BEGIN
148                    bn:=bn+1 ; IF bn gt 5 THEN GOTO l39  ELSE GOTO l31;
149                 END;
150              END;
151              l39:;
152              IF i lt 3 THEN BEGIN
153                 FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO vvt(t):=0;
154                 vvo:=vvt(i,24);
155                 FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
156                    IF vvt(i,t)-vvo eq 1 THEN vvt(t):=1;
157                    vvo:=vvt(i,t);
158                 END;
159                 itill:=tiltid(i+1,ant(i+1))*korrek;
160                 FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO IF vvt(t) eq 1 THEN
161                 FOR tt:=1 STEP 1 UNTIL itill DO BEGIN
162                    ttt:=t-tt; IF ttt lt 1 THEN ttt:=ttt+24;
163                    vvt(i,ttt):=0;
164                 END;
165                 IF i eq 1 THEN BEGIN
166                    FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO frek(i+1,t):=frek(i+1,t)*
167                    vvt(i,t)
168                 END ELSE BEGIN FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO
169                 frek(i+1,t):=frek(i+1,t)*vvt(i-1,t)*vvt(i,t) END;
170              END;
171           END;
172        END;
173     !  BESTÄMNING AV ANTAL TILLSLAG FÖR AKTUELLT HUSHALLS VARMVATTENBEREDARE
174     !
175     PROCEDURE antal(start,tilsum,ant);
176     REAL ARRAY tilsum;
177     INTEGER ARRAY ant;
178     INTEGER start;
179     NAME start;
```

```
180     BEGIN
181           REAL sum,slu;
182           INTEGER n,i;
183           FOR i:=3 STEP -1 UNTIL 1 DO
184           BEGIN
185              l29:;
186              sum:=0;
187              slu:=uniform(0.0,1.0,start);
188              FOR n:=0 STEP 1 UNTIL 8 DO
189              BEGIN
190                 sum:=sum+tilsum(i,n);
191                 ant(i):=n;
192                 IF slu lt sum THEN GOTO l30;
193              END;
194              l30:;
195              IF i lt 3 and ant(i) lt ant(i+1) THEN GOTO l29;
196           END;
197        END;
198
199
200     PROCEDURE koll(buff,ant,pvv,pvsnit,tilsum,start,kont);
201     REAL ARRAY pvv,tilsum;
202     INTEGER ARRAY buff,ant;
203     REAL pvsnit;
204     INTEGER start,kont;
205     NAME start,kont;
206     BEGIN
207           REAL snitt;
208           INTEGER t,i;
209           FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO snitt:=snitt+pvv(t)/24;
210           IF abs(snitt-pvsnit) gt 0.05*pvsnit THEN kont:=1
211           ELSE kont:=0;
212        END;
213
214     REAL ARRAY mtfrek(1:24),phs(1:100),phtyp(1:24,1:24),ph(1:24),
215     sphtyp(1:24,1:24),pspec(1:100),pgrae(1:100),pvsnit(1:100),
216     pvae(1:24),tiltid(0:3,0:8),tfrek(1:24,1:24),pvv(1:24),tilsum(1:3,0:8),
217     pgrupp(1:24),pgrph(1:24),pgrpv(1:24),pgrpvv(1:24);
218     INTEGER ARRAY ant(1:3),buff(1:3);
219     REAL m,sigma,pirad,tute,urk,qvae,pvaes,phss,ptot;
220     INTEGER start,anth,mt,n,t,antrad,i,an,konti;
221     sysin.image:-blanks(132);
222     start:=ininti;
223     anth:=ininti;
224     FOR mt:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO mtfrek(mt):=inreal;


225     FOR mt:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
226        FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO phtyp(mt,t):=inreal;
227        FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO sphtyp(mt,t):=inreal;
228     END;
229     pirad:=inreal;
230     antrad:=ininti;
231     tute:=inreal;
232     FOR mt:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO
233     FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO tfrek(mt,t):=inreal;
234     FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
235     FOR an:=0 STEP 1 UNTIL 8 DO tiltid(i,an):=inreal;
236     FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO FOR an:=0 STEP 1 UNTIL 8 DO
237     tilsum(i,an):=inreal;
238     urk:=inreal;
239     FOR n:=1 STEP 1 UNTIL anth DO BEGIN urk:=inreal; phs(n):=inreal;
240        pvsnit(n):=inreal; pspec(n):=inreal; pgrae(n):=inreal;
241     END;
242     INSPECT NEW outfile("lll") DO BEGIN
243        open(blanks(132));
244        FOR n:=1 STEP 1 UNTIL anth DO BEGIN
245           maxtid(mt,mtfrek,start);
246           outint(mt,5); outimage;
247           '
248           simulering av hushållsbelastning
249           '
250           phss:=0;
251           FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
252              m:=phtyp(mt,t);
253              sigma:=sphtyp(mt,t);
254              slump(ph(t),m,sigma,start);
255              phss:=phss+ph(t)/24;
256           END;
257           FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
258              IF ph(t) lt 0.0 THEN ph(t):=0.0
259              ELSE ph(t):=ph(t)*phs(n)/phss;
260              outfix(ph(t),2,5);
261           END;
262           outimage;
263           '
264           simulering av elvärmebelastning
265           '
266           qvae:=(20-tute)*pspec(n);
267           pvaes:=0.0;
268           FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
269              elrad(pvae(t),antrad,pirad,qvae,pgrae(n),ph(t),start);
```

```
270            pvaes:=pvaes+pvae(t)/24;
271         END;
272         IF pvaes gt 0.0 THEN
273         FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO pvae(t):=pvae(t)*((20-tute)*pspec(n)-
274         pgrae(n))/pvaes
275         ;
276         FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO outfix(pvae(t),2,5); outimage;
277         !
278         simulering av varmvattenbelastning
279         ;
280         IF buff(1) eq 0 THEN antal(start,tilsum,ant)
281         ELSE FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO BEGIN ant(i):=buff(i);
282         buff(i):=0;         END;
283         l100:;
284         vvlast(tfrek,tiltid,ant,pvsnit(n),start,mt,pvv);
285         koll(buff,ant,pvv,pvsnit(n),tilsum,start,kont);
286         IF kont eq 1 THEN BEGIN
287            FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO buff(i):=ant(i);
288            antal(start,tilsum,ant); GOTO l100;
289         END;
290         FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO outfix(pvv(t),2,5); outimage;
291         outimage;
292         outtext("totalbelastning för hushåll nummer");
293         outint(n,4); outimage;
294         FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
295            ptot:=ph(t)+pvae(t)+pvv(t);
296            pgrph(t):=pgrph(t)+ph(t);
297            pgrpv(t):=pgrpv(t)+pvae(t);
298            pgrpvv(t):=pgrpvv(t)+pvv(t);
299            outfix(ptot,2,5);
300         END;
301         outimage; outimage;
302      END;
303      outtext("gruppens totala dygnsbelastningskurva blir");
304      outimage;
305      FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO outfix(pgrph(t),1,5); outimage;
306      FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO outfix(pgrpv(t),1,5); outimage;
307      FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO outfix(pgrpvv(t),1,5); outimage;
308      FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO  pgrupp(t):=pgrph(t)+pgrpv(t)+pgrpvv(t);
309      FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO outfix(pgrupp(t),1,5); outimage;
310   close; END;
311   END;
```

Exekvering av programmet

"XQT
Startvärde för slumptalsgeneratorn
Antal hushåll
Frekvenser för när max hushållseffekt inträffar
Typkurvor och standardavvikelsekurvor för hushållsel
Installerad elvärmeeffekt
Antal elradiatorer
Utomhustemperatur under det aktuella dygnet
Frekvenser för tillslagstidpunkter för varmvattenberedare
Inkopplingstider för varmvattenberedarnas olika steg
Frekvenser för antalet tillslag/dygn för varmvattenberedarens olika steg
I steg 2 simulerade dygnsgenomsnitt för hushållsel, varmvatten, specifikt värmebehov och tillgodogörbar hushållseffekt för vart och ett av hushållen

Bilaga 11

Exempel på simuleringsresultat för steg 3 i simuleringskedjan

0.14 0.09 0.14 0.18 0.11 0.15 0.19 0.70 0.10 0.87 0.91 0.80 0.41 0.07 0.35 0.16 0.46 0.91 0.40 0.36 0.62 0.40 0.08 0.05
2.46 2.09 2.21 2.08 2.34 2.11 1.86 2.16 1.93 1.78 2.01 2.04 2.13 1.93 2.16 1.86 2.01 2.18 2.11 2.04 2.06 1.76 2.13 2.24
1.00 1.00 0.56 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.56 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

totalbelastning för hushåll nummer 1
3.59 3.19 2.91 2.26 2.45 3.26 3.05 3.86 3.02 3.65 3.92 3.84 3.53 2.99 3.51 2.58 3.47 4.09 3.51 3.40 3.69 3.16 3.21 3.30

0.42 0.42 0.19 0.35 0.51 0.55 0.35 0.67 0.32 0.64 0.71 0.34 0.53 0.39 0.42 0.53 0.17 0.54 0.78 0.79 0.80 0.78 1.36 0.16
2.14 1.99 2.17 2.15 1.96 2.02 2.20 1.88 2.32 2.07 2.09 2.07 2.06 2.17 2.09 2.14 2.41 2.04 2.22 2.23 2.06 1.94 2.04 2.41
1.00 1.00 0.45 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.45 0.00 1.00 1.00 0.45 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.45 0.00 0.00 1.00 1.00 0.45

totalbelastning för hushåll nummer 2
3.55 3.42 2.81 2.50 2.47 2.57 3.55 3.55 3.09 2.71 3.80 3.42 3.03 2.56 2.51 2.66 3.58 3.58 3.45 3.02 2.86 3.72 4.40 3.03

0.11 0.21 0.18 0.14 0.12 0.20 0.53 0.18 0.20 0.46 0.03 0.07 0.74 1.24 0.62 0.35 0.19 0.66 0.82 0.88 0.70 0.65 0.29 0.27
1.91 1.17 1.51 1.82 1.87 1.59 1.50 1.81 1.76 1.74 1.94 1.92 1.92 1.68 1.86 1.81 1.96 1.73 1.74 1.71 1.84 1.89 1.87 1.92
1.00 0.18 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.18 1.00 1.00 1.00 0.18 1.00 1.00 1.00 0.18 1.00 1.00

totalbelastning för hushåll nummer 3
3.02 1.56 1.69 1.97 1.99 1.80 2.03 1.99 1.96 2.20 2.97 2.99 3.66 3.09 3.48 3.16 3.15 2.57 3.57 3.59 3.54 2.72 3.16 3.19

0.39 0.27 0.41 0.29 0.23 0.00 0.64 0.27 0.24 0.45 0.12 0.25 0.21 0.05 0.29 0.29 0.14 0.38 0.97 0.66 1.65 1.20 0.83 0.47
2.92 2.43 2.58 2.66 2.74 2.79 3.00 2.66 2.74 2.89 2.68 2.69 2.51 2.84 2.68 2.77 2.99 2.66 2.66 2.66 2.92 3.00 2.81 2.74
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.98 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.98 1.00 0.98 1.00 0.98

totalbelastning för hushåll nummer 4
3.31 2.70 2.99 2.94 2.97 2.79 3.64 3.93 3.96 3.33 2.80 2.94 2.72 2.88 2.97 3.06 3.13 3.04 4.63 4.30 5.57 5.18 4.63 4.19

0.22 0.13 0.11 0.11 0.15 0.09 0.27 0.27 0.19 0.11 0.36 0.00 0.05 1.09 0.49 0.39 0.19 0.56 0.22 0.52 0.28 0.10 0.31 0.14
2.94 3.07 2.94 3.01 2.66 3.18 2.96 2.65 2.71 2.96 2.75 3.33 3.48 3.01 2.53 2.62 2.84 2.99 2.97 2.78 2.81 3.10 3.20 2.84
1.00 1.00 1.00 0.60 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.60 1.00 1.00 1.00 0.60 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.60 0.00 0.00 0.00

totalbelastning för hushåll nummer 5
4.16 4.20 4.05 3.72 2.81 3.27 4.22 3.92 3.90 3.67 4.10 4.33 4.53 4.70 3.03 3.01 3.03 4.55 4.19 4.30 3.69 3.20 3.51 2.99

0.33 0.08 0.34 0.25 0.25 0.07 0.24 0.79 0.29 0.14 0.86 0.22 0.34 0.32 0.31 0.58 0.43 0.57 0.31 0.56 0.91 0.31 0.61 0.49
1.95 1.91 1.77 2.06 1.85 1.98 1.59 1.72 1.93 2.06 1.80 1.96 1.72 1.90 2.11 1.88 1.67 1.98 1.88 1.96 1.93 1.65 1.77 1.93
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.08 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.08 0.00

totalbelastning för hushåll nummer 6
2.27 1.99 2.10 2.31 2.09 2.05 1.82 3.51 3.22 3.20 3.66 3.18 3.05 3.22 2.50 3.46 3.10 3.55 3.19 3.52 3.84 3.16 2.46 2.42

0.33 0.50 0.34 0.40 0.24 0.15 0.69 0.77 0.50 0.26 0.20 0.68 0.14 0.26 0.47 0.24 0.88 1.20 1.33 1.41 0.69 0.97 0.89 0.19
1.98 2.13 1.95 2.23 2.00 2.26 1.71 1.98 2.11 1.91 1.71 1.93 2.08 1.88 2.11 2.25 1.74 1.88 2.05 2.00 1.86 2.11 1.98 2.16
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 1.76 1.68 0.76 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.76 2.00 1.44 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.76

totalbelastning för hushåll nummer 7
2.31 2.63 2.49 2.63 2.24 4.41 4.16 4.43 3.38 2.17 1.91 2.60 2.22 3.14 4.34 4.49 4.07 3.08 3.38 3.41 2.55 3.09 3.87 3.12

0.29 0.28 0.24 0.24 0.21 0.41 0.32 0.50 0.00 0.24 0.33 0.21 0.18 0.31 0.33 0.00 0.36 0.34 0.39 1.25 0.89 0.75 0.54 0.11
1.84 1.76 1.84 2.11 2.11 1.80 1.78 1.87 2.20 1.86 2.09 2.02 1.97 1.98 1.87 2.31 1.98 1.54 1.72 1.72 2.13 1.91 2.06 2.08
1.00 1.00 0.42 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.42 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.42 1.00 1.00 1.00 0.42 1.00

totalbelastning för hushåll nummer 8
3.13 3.05 2.50 2.35 2.32 2.21 2.10 2.38 3.20 3.10 3.43 2.65 2.15 2.29 2.20 3.31 3.34 2.88 2.53 3.96 4.01 3.66 3.02 3.18

0.14 0.07 0.18 0.14 0.16 0.24 0.34 0.21 0.16 0.16 0.30 0.35 0.12 0.45 0.16 0.18 0.38 0.86 0.86 0.57 0.54 0.47 0.27 0.11
1.82 1.49 1.61 1.58 1.59 1.66 1.46 1.56 1.53 1.51 1.77 1.61 1.71 1.61 1.45 1.61 1.43 1.53 1.79 1.72 1.59 1.63 1.63 1.51
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.94 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.94 0.00 0.00 1.00 1.00 0.94 1.00 1.00 0.94

totalbelastning för hushåll nummer 9
1.96 1.97 1.79 1.72 1.76 2.40 2.80 2.71 1.69 1.67 2.07 1.96 1.83 3.06 2.60 2.73 1.81 2.38 3.65 3.30 3.07 3.10 2.90 2.57

0.76 0.60 1.51 0.97 0.96 0.39 0.89 1.47 2.00 0.55 0.37 0.22 0.67 1.26 0.27 0.41 1.32 1.43 2.96 6.23 2.78 2.02 1.31 1.54
2.85 2.44 2.62 2.77 2.71 2.52 2.82 2.66 2.67 2.46 2.46 2.69 2.92 2.89 2.36 2.85 2.99 2.44 2.59 2.43 2.62 2.62 2.67 2.57
1.00 1.00 0.52 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00

totalbelastning för hushåll nummer 10
4.61 4.04 4.65 3.74 3.67 2.92 3.71 4.13 4.67 3.01 2.83 2.91 3.59 4.15 2.83 3.26 4.31 3.87 5.55 8.65 5.40 5.64 4.99 5.11

0.27 0.24 0.24 0.17 0.32 0.16 0.00 0.41 0.32 0.34 0.00 0.41 0.45 0.05 0.12 0.08 0.21 1.04 0.70 0.69 0.49 0.49 0.31 0.13
1.99 1.68 1.93 1.57 1.71 2.02 2.04 1.65 1.96 1.68 1.99 2.15 1.65 1.96 2.07 1.90 1.82 1.74 2.02 1.82 1.87 1.61 1.58 1.77
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.72 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

totalbelastning för hushåll nummer 11
2.26 1.92 2.17 1.73 2.03 3.18 3.04 3.06 3.28 3.02 2.99 3.56 3.09 3.01 3.19 2.98 3.03 3.50 2.72 2.50 2.35 2.11 1.89 1.90

0.38 0.23 0.27 0.25 0.15 0.21 0.01 0.28 0.25 0.24 0.23 0.22 0.17 0.11 0.22 0.09 0.29 0.39 0.41 0.64 0.19 0.82 0.76 0.12
2.60 2.63 3.02 2.95 2.93 2.75 2.58 2.77 2.83 2.70 2.70 2.65 2.53 2.78 2.80 2.75 2.70 2.93 2.80 2.63 2.60 2.17 2.87 2.87
1.00 1.00 0.40 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.40 1.00 1.00 0.40 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

totalbelastning för hushåll nummer 12
3.77 3.84 3.67 3.20 3.08 2.76 2.60 3.03 3.08 2.74 2.93 2.86 3.71 3.89 3.42 3.84 3.99 3.72 3.21 3.28 2.79 2.99 3.62 2.98

0.27 0.07 0.23 0.23 0.27 0.28 0.21 0.67 0.41 0.43 0.22 1.58 0.77 0.57 0.83 0.71 0.59 0.86 0.87 0.54 0.93 0.43 0.17 0.40
2.03 1.88 2.16 1.71 2.06 1.83 1.86 2.13 1.80 1.91 1.93 2.14 2.03 1.95 2.01 2.09 1.93 1.62 1.98 2.06 1.83 2.01 1.99 1.84
1.00 1.00 0.18 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.18 1.00 1.00 1.00 3.00 2.18 1.34 0.36 1.00 1.00

totalbelastning för hushåll nummer 13
3.29 2.95 2.54 1.92 2.33 2.11 2.07 2.79 2.21 2.34 3.14 4.72 3.80 3.52 3.02 3.81 3.52 3.47 5.85 4.78 4.10 2.80 3.17 3.27

0.28 0.30 0.17 0.35 0.21 0.00 0.70 0.14 0.24 0.04 0.47 0.44 0.27 0.29 0.62 0.64 0.39 1.03 0.52 1.74 0.70 0.64 0.47 0.46
2.27 2.14 2.35 2.26 2.12 2.17 2.19 2.27 2.09 2.40 1.96 2.26 1.88 1.96 2.22 2.14 1.96 2.11 1.88 1.70 1.93 2.27 2.04 2.07
1.70 1.00 0.70 0.00 0.00 1.00 1.00 0.70 1.00 1.00 0.70 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00

totalbelastning för hushåll nummer 14
4.25 3.44 3.23 2.60 2.33 3.17 3.89 3.11 3.33 3.45 3.13 2.70 2.15 2.25 2.84 2.78 2.35 3.14 2.40 3.43 2.63 2.91 3.52 3.54

0.37 0.11 0.21 0.21 0.22 0.05 0.67 0.47 0.26 0.38 0.46 0.21 0.28 0.36 0.64 2.09 0.44 0.74 0.80 0.76 0.93 0.29 0.82 0.18
1.96 1.94 2.11 1.89 2.08 2.14 1.97 1.82 1.77 1.99 2.22 2.16 1.88 1.54 1.80 1.57 1.66 1.69 1.69 1.60 1.83 1.80 1.71 1.82
1.00 1.00 0.36 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

totalbelastning för hushåll nummer 15
3.15 3.05 2.68 2.10 2.30 2.19 2.64 2.29 2.03 2.36 2.68 2.37 2.15 1.90 2.44 3.66 2.11 3.43 3.50 3.36 3.77 3.09 3.53 2.99

0.20 0.23 0.27 0.20 0.13 0.34 0.18 0.52 0.13 0.30 0.12 0.27 0.11 0.17 0.34 0.21 0.71 0.17 0.74 1.04 0.91 0.14 0.11 0.39
1.83 2.16 2.01 1.96 2.00 1.92 1.96 1.62 2.13 2.01 2.21 1.85 2.19 2.01 1.74 2.06 2.08 2.57 2.06 1.87 2.33 2.10 2.26 2.01
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.76 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.76 0.00

totalbelastning för hushåll nummer 16
2.03 2.39 2.29 3.16 3.13 3.26 3.15 3.14 3.02 2.32 2.33 2.12 2.30 2.19 2.07 2.27 2.79 3.74 3.81 3.91 4.23 3.23 3.13 2.40

0.07 0.04 0.09 0.12 0.11 0.07 0.21 0.11 0.29 0.21 0.13 0.11 0.06 0.17 0.04 0.08 0.35 0.27 0.00 0.47 0.94 0.55 0.35 0.22

2.47 2.33 2.27 2.69 2.37 2.12 2.30 2.67 2.15 2.57 2.32 2.33 2.50 2.28 2.47 2.30 2.13 2.17 1.95 2.59 2.60 2.50 2.45 2.60
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.58 1.00 1.00 0.58 1.00 2.00 1.08 1.58 0.45

totalbelastning för hushåll nummer 17
2.34 2.38 2.35 2.80 2.47 2.18 2.51 2.78 2.44 2.78 2.45 2.45 2.56 3.45 3.51 2.96 3.48 3.43 2.53 4.06 5.55 4.13 4.39 3.28

gruppens totala dygnsbelastningskurva blir
4.6 3.9 5.3 4.6 4.3 3.4 6.4 8.4 5.9 5.8 5.8 6.4 5.5 7.2 6.5 7.0 7.5 11.9 13.1 19.1 14.9 11.0 9.5 5.4
38.0 35.3 37.0 37.5 37.1 36.9 35.8 35.9 36.6 36.5 36.6 37.8 37.1 36.4 36.5 36.9 36.3 35.8 36.1 35.5 36.8 36.3 37.1 37.4
10.7 9.2 4.6 1.6 1.0 7.0 8.8 10.3 8.9 5.6 8.7 7.4 7.4 8.8 7.4 10.1 10.4 10.3 12.5 12.2 11.9 10.6 12.8 10.6
53.2 48.3 46.9 43.7 42.4 47.2 51.0 54.6 51.5 47.9 51.1 51.6 50.1 52.3 50.5 54.0 54.3 58.0 61.7 66.8 63.6 57.9 59.4 53.4

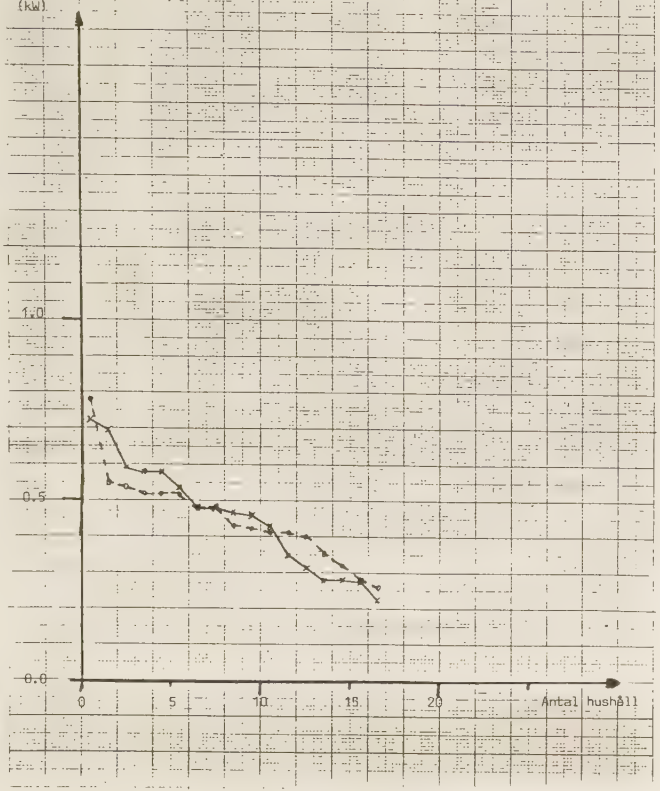
LTH
Värme- och Kraftteknik

Hushållselens fördelning för radhusgruppen

——— Observerade värden
- - - - Simulerade värden

Figur 1a

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.



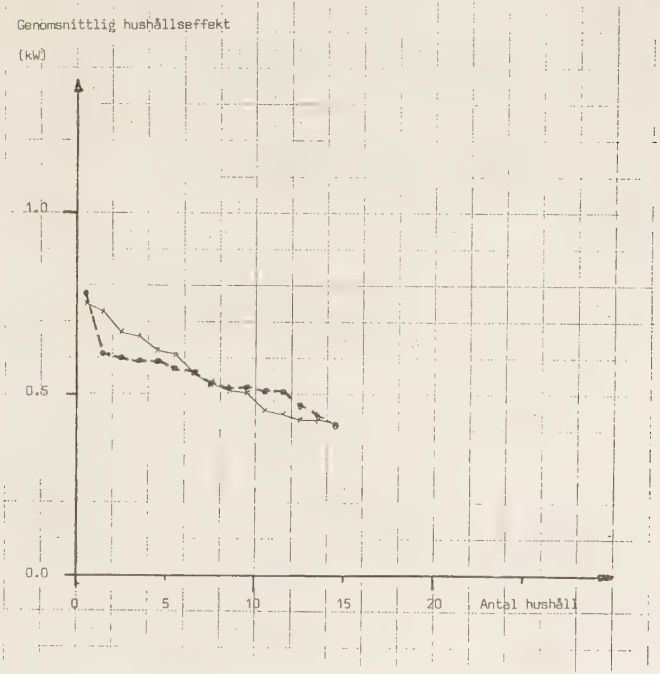
LTH
Värme- och Kraftteknik

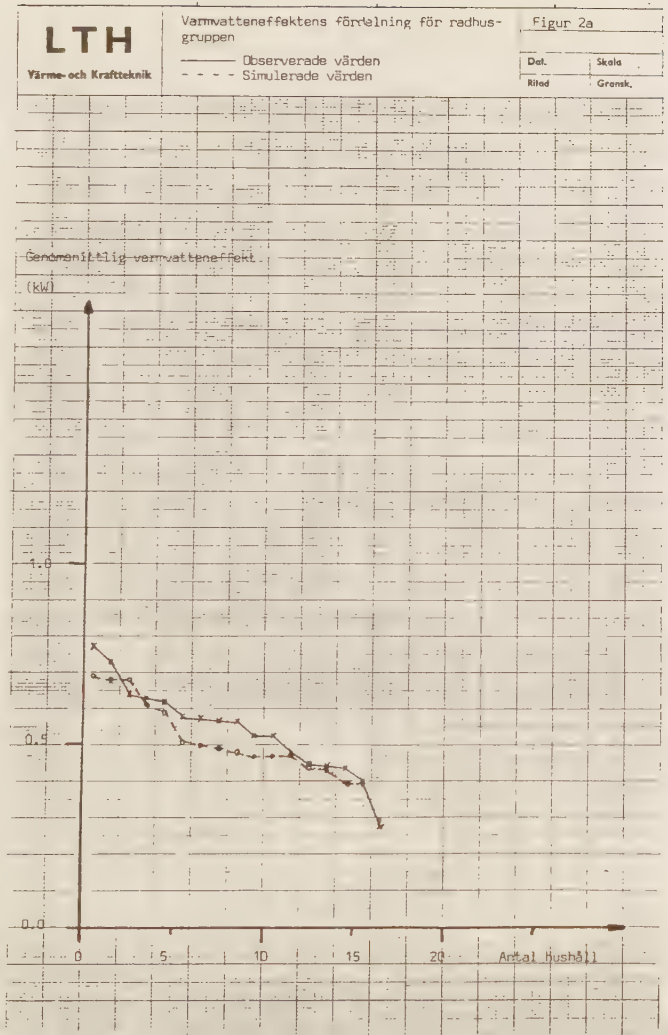
Hushållselens fördelning hos vinkelhus-gruppen

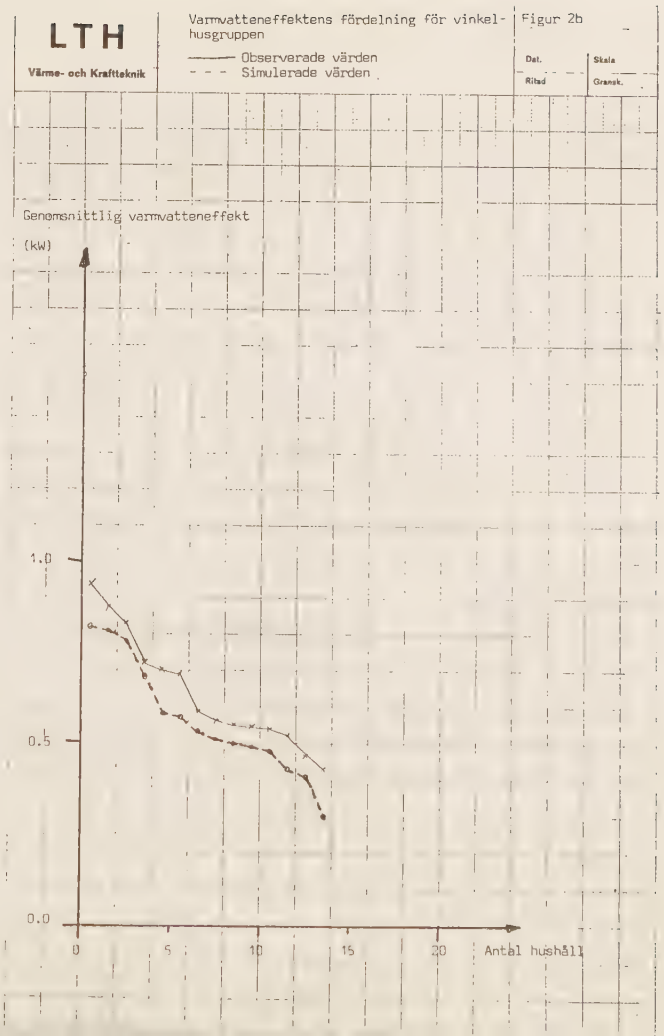
——— Observerade värden
- - - - Simulerade värden

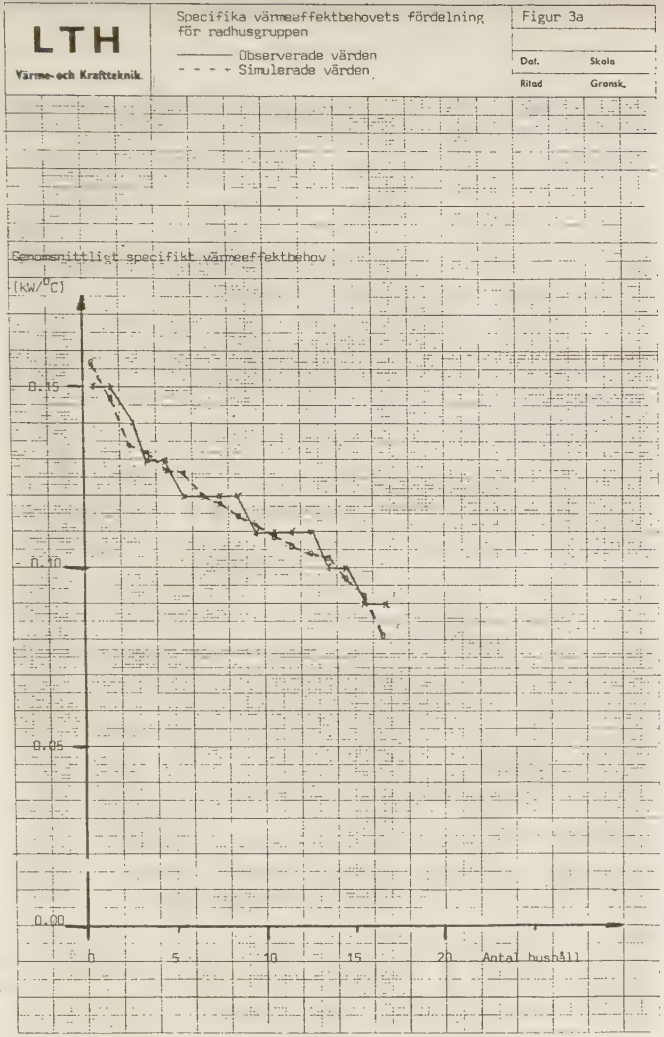
Figur 1b

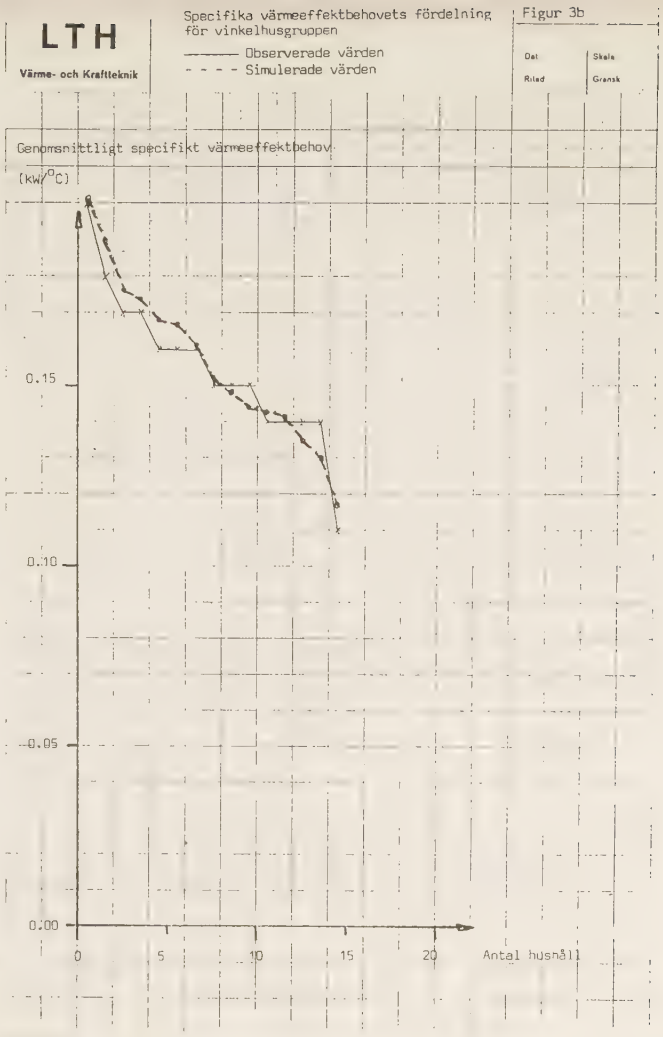
Dat.	Skala
Ritad	Gransk

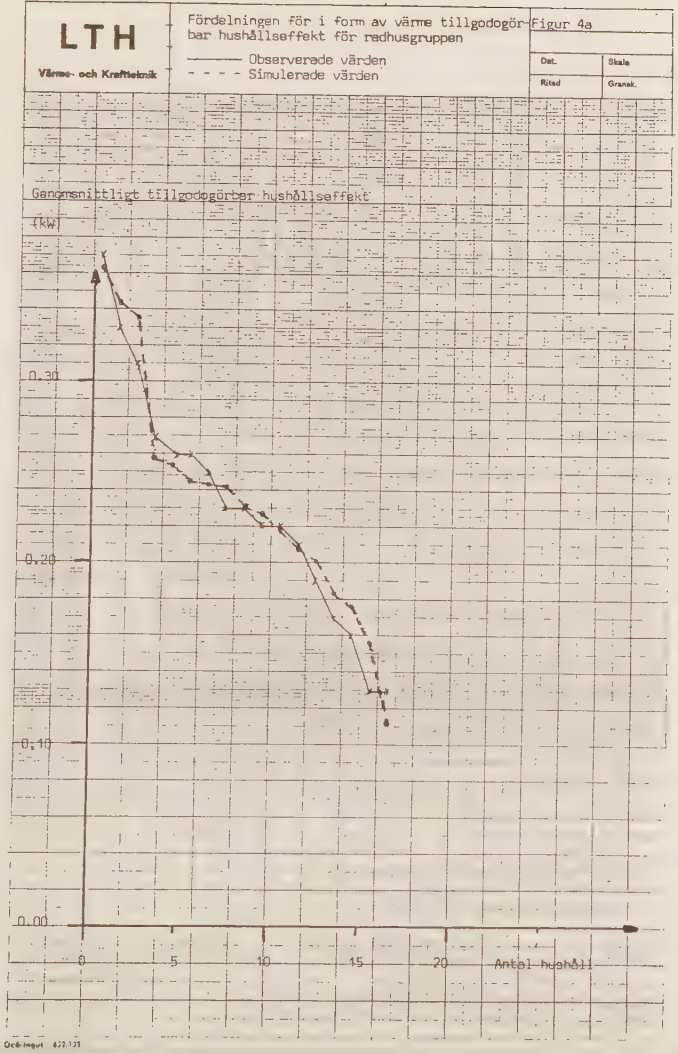


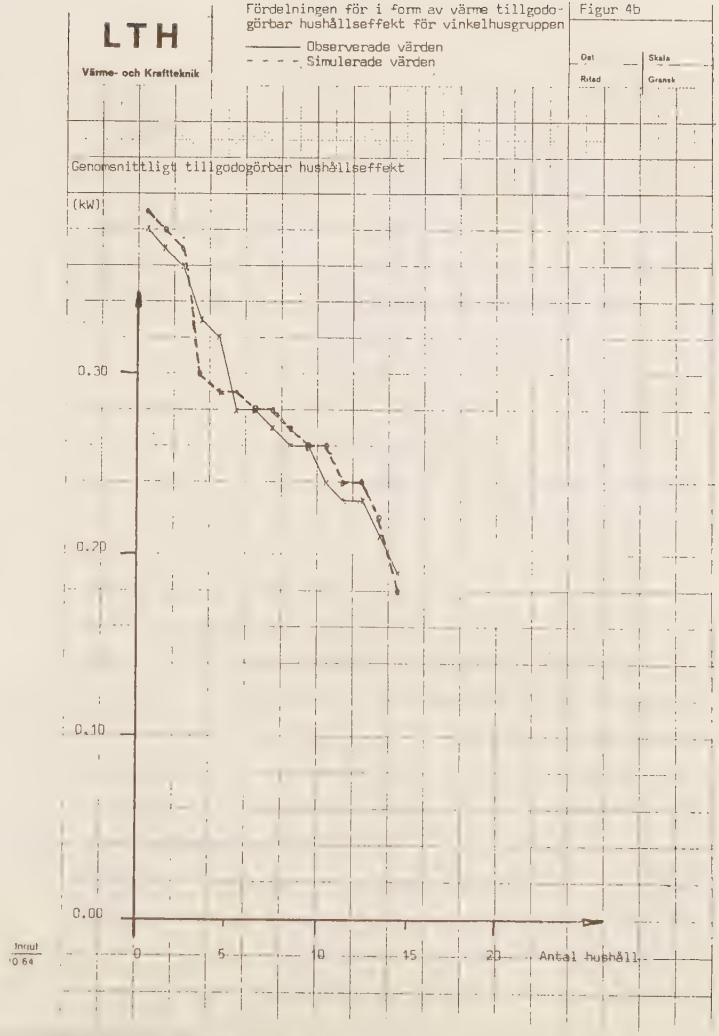

LTH
Värme- och Kraftteknik
Varmvatteneffektens fördelning för radhusgruppen
Observerade värden
Simulerade värden
Figur 2a
Det.
Skala
Ritad
Gransk.
Genomsnittlig varmvatteneffekt
(kW)
1.0
0.5
0.0
0
5
10
15
20
Antal hushåll


LTH
Värme- och Kraftteknik
Varmvatteneffektens fördelning för vinkelhusgruppen
Observerade värden
Simulerade värden
Figur 2b
Det.
Skala
Ritad
Gransk.
Genomsnittlig varmvatteneffekt
(kW)
1.0
0.5
0.0
0
5
10
15
20
Antal hushåll


LTH
Värme- och Kraftteknik
Specifika värmeeffektbehovets fördelning för radhusgruppen
Observerade värden
Simulerade värden
Figur 3a
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
Genomsnittligt specifikt värmeeffektbehov
(kW/°C)
0.15
0.10
0.05
0.00
0
5
10
15
20
Antal hushåll
Nr 1634


LTH
Värme- och Kraftteknik
Specifika värmeeffektbehovets fördelning för vinkelhusgruppen
Observerade värden
Simulerade värden
Figur 3b
Dat
Skala
Ritad
Gransk
Genomsnittligt specifikt värmeeffektbehov
(kW/°C)
0.15
0.10
0.05
0.00
0
5
10
15
20
Antal hushåll
Ingut
10 64
Océ Ingut 452 133


LTH
Värme- och Kraftteknik
Fördelningen för i form av värme tillgodogörbar hushållseffekt för radhusgruppen
Figur 4a
Observerade värden
Simulerade värden
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
Genomsnittligt tillgodogörbar hushållseffekt
(kW)
0.30
0.20
0.10
0.00
0
5
10
15
20
Antal hushåll
Oce-Ingut
7510 64
Oce-Ingut 422.131


LTH
Värme- och Kraftteknik
Fördelningen för i form av värme tillgodogörbar hushållseffekt för vinkelhusgruppen
Figur 4b
Observerade värden
Simulerade värden
Dat
Skala
Ritad
Gransk
Genomsnittligt tillgodogörbar hushållseffekt
(kW)
0.30
0.20
0.10
0.00
0
5
10
15
20
Antal hushåll
Ingut
0 64

LTH

Värme- och Kraftteknik

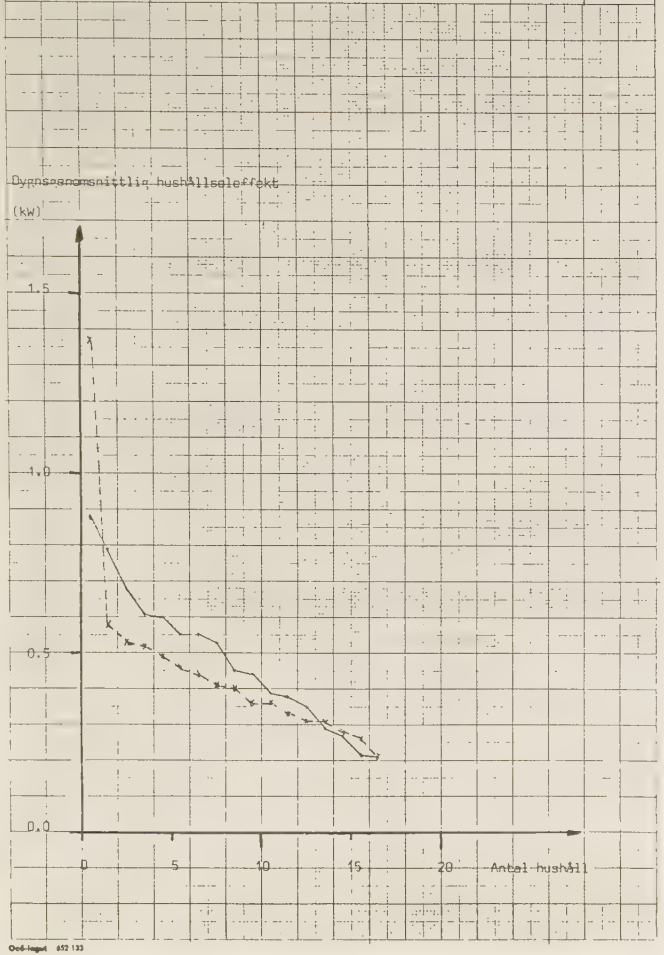
Fördelningen för hushållselens dygnsgenomsnitt för de olika hushållen i radhusen

——— Observerade värden

- - - Simulerade värden

Figur 5

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.



Oce-Ingut 7510 64

Oce-Ingut 652 133

LTH

Värme- och Kraftteknik

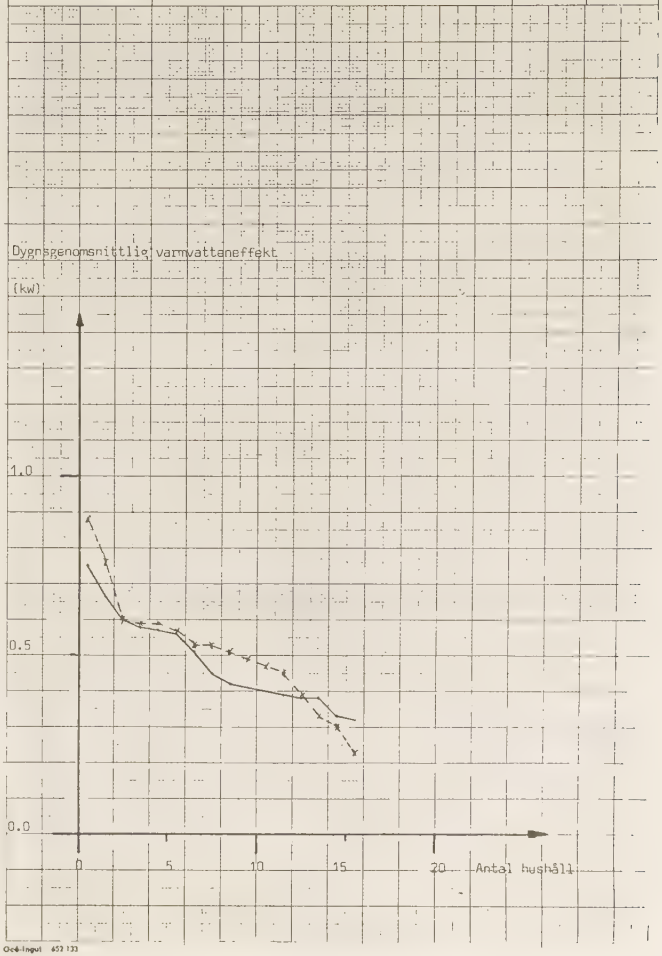
Fördelningen för varmvatteneffektens dygnsgenomsnitt för de olika radhusen

——— Observerade värden

- - - - Simulerade värden

Figur 6

Dat.	Skala
Ritad	Gransk



Oce-Ingut 7510-64

Oce-Ingut 652 133

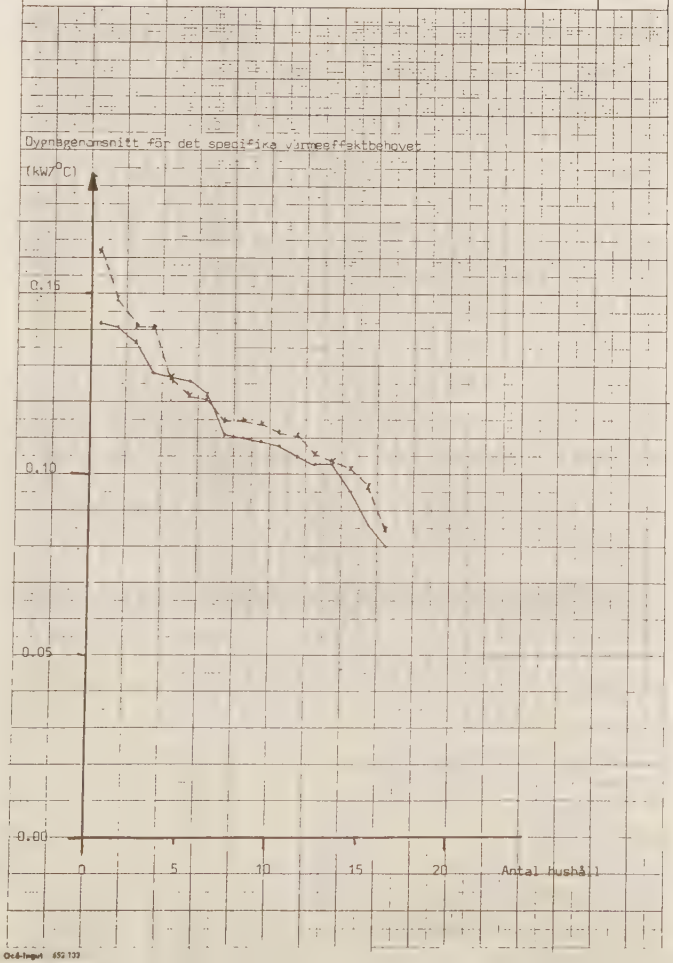
LTH
Värme- och Kraftteknik

Fördelningen för det dygnsgenomsnittliga specifika värmeeffektbehovet hos radhusen

——— Observerade värden
- - - - Simulerade värden

Figur 7

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.



Océ-Ingut 7510-64

Océ-Ingut 652 133

LTH
Värme- och Kraftteknik

Fördelningen för dygnsgenomsnittet för den tillgodogörbara hushållselen hos radhusen

——— Observerade värden
- - - - Simulerade värden

Figur 8

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.

Océ-Ingut 7510-64

Océ-Ingut 652 133

LTH

Värme- och Kraftteknik

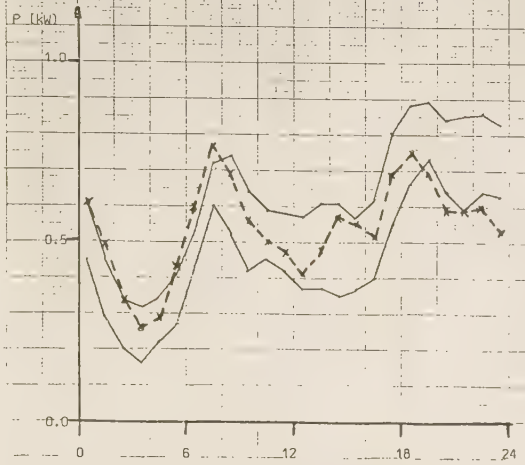
Genomsnittlig sammanlagrad varmvattenberedarbelastning från radhus

Figur 9

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.

Sammanlagrad belastningskurva enligt simuleringsmodell med mycket detaljerade indata.

99%-igt konfidensintervall enligt varmvattenrapport.



LTH

Värme- och Kraftteknik

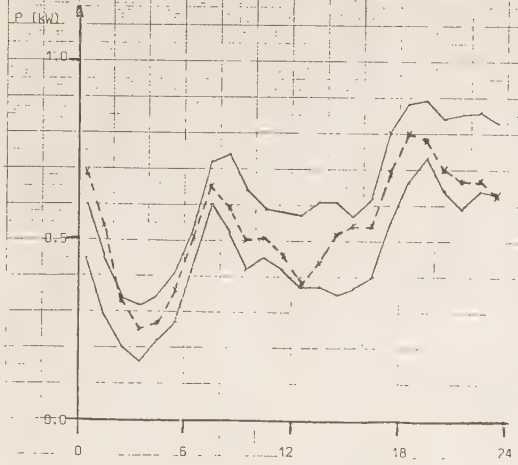
Genomsnittlig sammanlagrad varmvattenberedarbelastning från radhus

Figur 10

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.

Sammanlagrad belastningskurva enligt simuleringsmodell med mindre detaljerade indata.

99%-igt konfidensintervall enligt varmvattenrapporten.



LTH

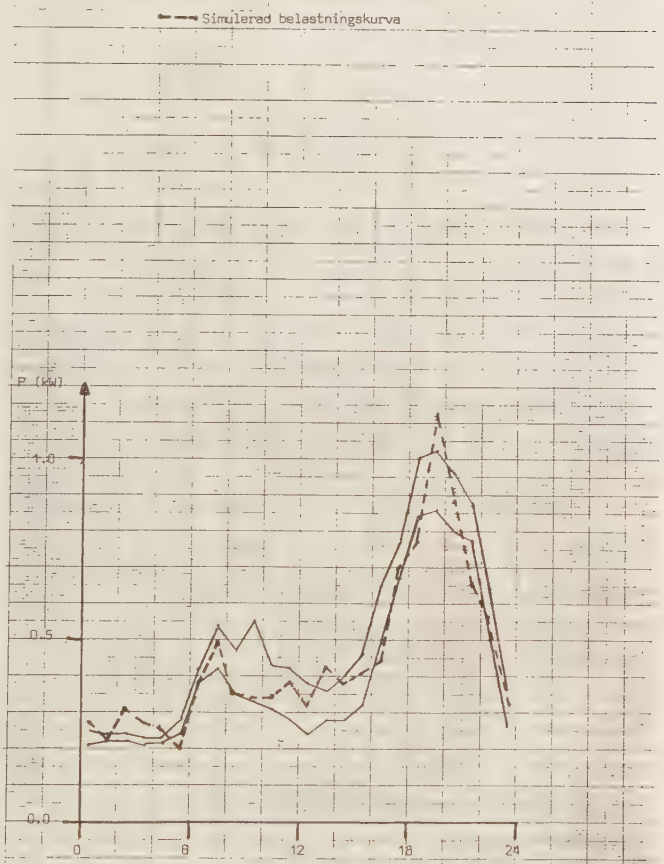
Värme- och Kraftteknik

Konfidensintervall för den sammanlagrade hushållsbelastningen från 17 radhus i Bua Västergård. För att möjliggöra jämförelser med övriga diagram redovisas effekten som ett genomsnitt per hushåll.

Figur 11

Det. Skala

Ritad Gransk.



VERIFIERING AV DATORMODELL FÖR SIMULERING
AV ELEKTRISKA EFFEKTER FRÅN DIREKTELVÄRMDA
SMÅHUS.

Lennart Larsson
LUTMDN/(TMVK-3114)/1-54/(1983)

Dokumentutgivare LU/LTH

Inst. för Värme- och kraftteknik

Handläggare

Dokumentnamn

Rapport

Utgivningsdatum

Dokumentbeteckning

LUTMDN/(TMVK-3114)/1-54/(1983)

Ärendebeteckning

Författare

Lennart Larsson

Februari 1983

Dokumenttitel och undertitel

VERIFIERING AV DATORMODELL FÖR SIMULERING AV ELEKTRISKA EFFEKTER FRÅN DIREKTELVÄRMDA SMÅHUS

Referat (sammandrag)

Rapporten ingår i projektet "Effektmässiga konsekvenser av energitekniska investeringar i småhus". Inom ramen för detta projekt har tidigare publicerats tre rapporter i vilka elektriska effekter från elvärmda småhus har analyserats och en rapport som beskriver en på de nämnda analyserna baserad datormodell för simulering av elektriska effekter från direktelvärmda småhus.

Syftet med denna rapport är att redovisa en jämförelse mellan uppmätta och simulerade dygnsbelastningskurvor, och att visa modellens trovärdighet med hjälp av den gjorda jämförelsen.

Den gjorda jämförelsen visar att den testade simuleringsmodellen är väl lämpad för att simulera sammanlagrade dygnsbelastningskurvor från grupper av direktelvärmda småhus.

Referat skrivet av

Förf.

Förslag till ytterligare nyckelord

Klassifikationssystem och -klass(er)

Indextermer (ange källa)

Omfång

54 sidor

Övriga bibliografiska uppgifter

Språk

Svenska

Sekretessuppgifter

ISSN

0280-9931

ISBN

Dokumentet kan erhållas från

LTH, Inst. för Värme- och kraftteknik
Box 725, 220 07 Lund

Mottagarens uppgifter

Pris

DOKUMENTDATABLAD enligt SIS 62 10 12

SIS DB 1

Blankett LU 11:25 1976–07

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING 67
1.1 BAKGRUND 67
1.2 SYFTE 67
1.3 BEGRÄNSNINGAR 67

2 ARBETSGÅNG 68
2.1 SIMULERINGAR 68
2.2 KOMPLETTERANDE ANALYSER 68
2.3 JÄMFÖRELSER 68

3 RESULTAT 69
3.1 ALLMÄNT 69
3.1.1 Modelländringar 69
3.1.2 Presentation 69
3.2 SIMULERINGAR 69
3.3 KOMPLETTERANDE ANALYSER 70

4 RESULTATDISKUSSION 71
4.1 SAMMANLAGRADE MAXIMALA EFFEKTER 71
4.1.1 Radhus 71
4.1.2 Friliggande småhus 71
4.1.3 Gemensamt 72
4.2 SAMMANLAGRADE GENOMSNITTSEFFEKTER 72
4.2.1 Radhus 72
4.2.2 Friliggande småhus 73
4.2.3 Gemensamt 73
4.3 SAMMANLAGRADE DYGNSBELASTNINGSKURVOR 73
4.3.1 Radhus 73
4.3.2 Friliggande småhus 74
4.3.3 Gemensamt 75
4.4 ENSKILDA MAXEFFEKTER 75
4.4.1 Radhus 75
4.4.2 Friliggande småhus 76
4.4.3 Gemensamt 76

5 SLUTSATSER 77

LITTERATURFÖRTECKNING återfinns i avhandlingen

BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga 1	Analyser av mätperiod 2. PM 1982-09-13.	78
Bilaga 2	Förändringar i simuleringsmodell.	92

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1	Största sammanlagrade effekter i kW, sammanlagringsfaktorer samt förhållandet mellan olika mätningar och simuleringar.	94
Tabell 2	Genomsnittliga sammanlagrade effekter i kW samt förhållandet mellan olika mätningar och simuleringar.	94
Tabell 3	Största enskilda maxeffekt i kW samt förhållandet mellan olika mätningar och simuleringar.	95

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1	Genomsnittlig sammanlagrad dygnsbelastningskurva för hushållseffekt.	96
Figur 2	Sammanlagrad hushållseffektkurva från dygn med största sammanlagrade hushållseffekt.	98
Figur 3	Genomsnittlig sammanlagrad dygnsbelastningskurva för varmvatteneffekt.	100
Figur 4	Sammanlagrad varmvatteneffektkurva från dygn med största sammanlagrade effekt.	102
Figur 5	Genomsnittlig sammanlagrad dygnsbelastningskurva för totaleffekten.	104
Figur 6	Sammanlagrad totaleffektkurva från dygn med största sammanlagrade effekt.	106
Figur 7	Fördelning för de simulerade individuella maxeffekterna.	108
Figur 8	Fördelningen för de enskilda hushållens respektive maxeffekter under mätperiod 1 och mätperiod 2.	110

Dessutom förekommer 15 figurer i bilaga 1.

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Denna rapport ingår som en del i projektet "Effektmässiga konsekvenser av energitekniska investeringar i småhus". Inom ramen för detta projekt har tidigare elbelastningens huvuddelar, dvs hushållsel, elvärme och el för varmvattenberedning, analyserats. Resultaten av dessa analyser har presenterats i tre rapporter (ref. 6, 10 och 12). De analyserade belastningarna hänför sig till mätningar gjorda på 17 radhus och 16 friliggande småhus. Den tidsmässiga omfattningen var 15 vardagar (måndag-torsdag) under tiden 1977-01-13--1977-02-08.

Belastningsdata för de nämnda husgrupperna, decimerade till 15 radhus och 13 friliggande, finns för ytterligare en mätperiod. Denna andra period omfattar 18 vardagar från 1977-02-10 till och med 1977-03-14. Dessa belastningsdata har analyserats på samma sätt som belastningarna i den första mätperioden. Resultaten av dessa analyser redovisades i en PM 1982-09-13, "Analyser av mätperiod 2", vilken återges i bilaga 1.

Med de först nämnda analyserna som grund utvecklades en datormodell (ref. 14) som simulerar de timvisa genomsnittseffekterna från en grupp direktelvärmda småhus under dygnets alla timmar.

1.2 SYFTE

Syftet med denna rapport är att redovisa en jämförelse mellan uppmätta och simulerade timvisa genomsnittseffekter och att visa modellens trovärdighet på olika nivåer, med hjälp av den gjorda jämförelsen.

1.3 BEGRÄNSNINGAR

Jämförelser sker endast med de hushållsgrupper som tidigare analyserats.

Jämförelserna omfattar endast belastningsförhållanden under vardagar.

Endast de vardagsdygn som ingått i de tidigare analyserna av elvärmeeffekterna och som dessutom har en genomsnittlig utomhustemperatur mellan +1 och -1 ^{o}C används för jämförelse med de simulerade elvärme- och totaleffekterna.

2 ARBETSGÅNG

2.1 SIMULERINGAR

Den fullständiga simuleringskedjan, beskriven i referens 14, genomlöps för två grupper med 15 radhus och två grupper med 15 friliggande hus, för en tidsperiod om 15 vardagar med en konstant utomhustemperatur på 0 °C.

De simulerade effekterna analyseras med avseende på sammanlagrad maxeffekt, sammanlagrad genomsnittseffekt och enskilda maxeffekter. Dessutom studeras de sammanlagrade dygnsbelastningskurvornas form visuellt.

2.2 KOMPLETTERANDE ANALYSER

Då jämförelserna endast skulle omfatta vardagsdygn har de tidigare gjorda analyserna kompletterats med maxeffekter och sammanlagringsfaktorer från vardagar. Som tidigare nämnts används endast vardagsdygn med en utomhustemperatur nära 0 °C vid jämförelser som rör elvärme- och totaleffekten, varför dessa dygn analyserats separat.

2.3 JÄMFÖRELSER

Jämförelserna genomförs i två steg. Först jämförs resultaten från analyserna av mätperiod 2 med resultaten från mätperiod 1. Därefter jämförs de simulerade effekterna med motsvarande värden från mätperiod 1. I undantagsfall jämförs vissa simulerade värden med värden från mätperiod 2.

Arbetet behandlar hela tiden dels varje delbelastningseffekt för sig, dels totaleffekten, både för de sammanlagrade effekterna och för de enskilda effekterna. Med effekt menas, om inget annat anges, genomsnittseffekten under en timme.

I den resultatdiskussion som följer längre fram i rapporten, anges procentuella avvikelser. Värdet på avvikelsen är beräknat som avvikelse från uppmätt värde från mätperiod 1, såvida inget annat anges.

Jämförelserna sker på två skilda nivåer. Den översta och viktigaste gäller de sammanlagrade effekterna. Här studeras både genomsnittsvärden och maxvärden, varvid man måste betrakta maxeffekterna som viktigast, då det är dessa som är dimensionerande på nätstationsnivå. På denna nivå sker jämförelsen dels genom att intressanta data jämförs i tabellform, dels genom att de simulerade timvisa effekterna sammanbinds till dygnsbelastningskurvor och läggs in i samma figurer som motsvarande uppmätta värden från mätperiod 1. Jämförelserna på den nedre nivån omfattar hur de enskilda hushållens maxeffekter varierar mellan olika hushåll.

3 RESULTAT

3.1 ALLMÄNT

3.1.1 Modelländringar

Under arbetet med underlaget till föreliggande rapport visade det sig tidigt att det var nödvändigt att göra vissa ändringar i den tidigare presenterade simuleringsmodellens sätt att ta fram eleffekten för varmvattenberedning. Dessa förändringar redovisas i bilaga 2. Alla i denna rapport redovisade resultat kommer från simuleringar som gjorts efter dessa förändringar av modellen.

3.1.2 Presentation

Modellen simulerar varje timmes genomsnittseffekt. De resultat som presenteras redovisas sedan dels i tabellform, dels genom att de timvisa genomsnittseffekterna markeras i ett diagram och sammanbinds till en dygnsbelastningskurva.

3.2 SIMULERINGAR

I figur 1 visas kurvor över de genomsnittliga sammanlagrade timvisa hushållseffekterna för var och en av de fyra simulerade hushållsgrupperna. Kurvor över de sammanlagrade timvisa hushållseffekterna för det dygn då respektive hushållsgrupp har största sammanlagrade hushållseffekt kan studeras i figur 2.

Motsvarande kurvor för de elektriska effekterna för varmvattenberedning visas i figur 3 och 4.

Totaleffekterna redovisas på samma sätt i figur 5 och 6.

För att möjliggöra visuella jämförelser mellan de simulerade och de i mätperiod 1 uppmätta effekterna har figurerna 1-6 kompletterats med motsvarande uppmätta värden.

I figur 7 visas fördelningarna av maxeffekterna från enskilda hushåll.

I tabell 1 ges de sammanlagrade maxeffekterna för respektive hushållsgrupp, medan tabell 2 ger motsvarande sammanlagrade genomsnittseffekter. I tabell 1 ges dessutom de aktuella sammanlagringsfaktorerna. De största enskilda maxeffekterna ges i tabell 3.

3.3 KOMPLETTERANDE ANALYSER

Fördelningen för de individuella maxeffekterna ges i figur 8. Här bör man observera, att det är de streckade kurvorna, som härstammar från dygn med en utomhustemperatur mellan -1 och +1 ^{o}C, som ska jämföras med de simulerade effekterna i figur 7.

Av de i tabell 1 och 3 givna värdena för mätperiod 1 och 2 kommer värdena för den direkta elvärmen och för totaleffekten också från dygn med en utomhustemperatur mellan -1 och +1 ^{o}C. De övriga mätvärdena kommer dels från de tre tidigare rapporterna, dels från bilaga 2 i föreliggande rapport.

4 RESULTATDISKUSSION

4.1 SAMMANLAGRADE MAXIMALA EFFEKTER

4.1.1 Radhus

För hushållselen är den största sammanlagrade effekten 2 % mindre i mätperiod 2 än i mätperiod 1, dvs de skiljer sig endast marginellt. De simulerade hushållseffekternas maxvärden är 6 % större respektive 3 % mindre än motsvarande värden från den första mätperioden. Sammanlagringsfaktorerna för de simulerade belastningarna är större än motsvarande för de uppmätta belastningarna.

Största sammanlagrade elvärmeeffekt är 9 % mindre i period 2 än i period 1. Denna skillnad är av samma storleksordning som skillnaden mellan de simulerade elvärmeeffekterna och de i mätperiod 1 uppmätta. Här var de simulerade sammanlagrade maxvärdena 10 % och 12 % mindre än de i mätperiod 1 uppmätta. Sammanlagringsfaktorerna skiljer sig endast marginellt.

Då det gäller varmvatteneffekterna är de simulerade och de uppmätta ungefär lika, medan sammanlagringsfaktorerna är mindre för de simulerade belastningarna än för de uppmätta.

Totaleffektens största sammanlagrade värde är 4 % mindre i mätperiod 2 än i mätperiod 1. Motsvarande simulerade värden är 11 % större, i ena fallet, och lika, i den andra simuleringen, jämfört med de i mätperiod 1 registrerade värdena. Sammanlagringsfaktorerna är större för de simulerade effekterna än för de uppmätta.

4.1.2 Friliggande småhus

Här är den största sammanlagrade hushållseffekten 12 % mindre i mätperiod 2 än i mätperiod 1. De simulerade värdena ligger i ena fallet 5 % under och i andra fallet 5 % över värdena från mätperiod 1. Skillnaderna i sammanlagringsfaktorernas värden är större mellan mätperioderna än mellan simuleringarna och mätperiod 1.

Den största sammanlagrade elvärmeeffekten är 4 % mindre i mätperiod 2 än i mätperiod 1, medan motsvarande simulerade värden

är 9 % och 7 % mindre än värdet från mätperiod 1. Sammanlagringsfaktorerna är av samma storleksordning.

Varmvatteneffektens största sammanlagrade värde är 14 % högre under mätperiod 2 än under mätperiod 1. De simulerade värdena är 7 % mindre och 12 % större än motsvarande värde från mätperiod 1. Skillnaderna mellan de uppmätta och simulerade sammanlagringsfaktorerna är stora.

För totaleffekten gäller att det största sammanlagrade värdet är 13 % mindre under period 2 än under mätperiod 1. Denna skillnad är klart större än de 9 respektive 6 % som de simulerade värdena är mindre än värdet från mätperiod 1. Sammanlagringsfaktorerna ligger nära varandra.

4.1.3 Gemensamt

För båda hustyperna gäller att skillnaderna mellan de simulerade och de i mätperiod 1 uppmätta effekterna vanligen är av samma storleksordning som skillnaderna mellan motsvarande värden från mätperiod 2 och mätperiod 1.

De simulerade maximala sammanlagrade effekterna avviker sällan mer än 10 % från de i mätperiod 1 uppmätta.

4.2 SAMMANLAGRADE GENOMSNITTSEFFEKTER

4.2.1 Radhus

Den genomsnittliga sammanlagrade hushållseffekten var 10 % lägre under mätperiod 2 än under mätperiod 1. Denna variation i genomsnittlig sammanlagrad hushållseffekt är lika stor som den största skillnaden mellan simulerade och i mätperiod 1 uppmätta värden.

Den genomsnittliga elvärmeeffekten är 2 % större under mätperiod 2 än under mätperiod 1, medan den simulerade genomsnittliga elvärmeeffekten i ena fallet är 5 % större och i andra fallet lika med värdet från mätperiod 1.

Då det gäller genomsnittlig sammanlagrad eleffekt till varmvatten-

beredning är den 2 % större under mätperiod 2 än under mätperiod 1, medan skillnaden mellan simulerade värden och mätperiod 1 var 1 %.

Den genomsnittliga sammanlagrade totaleffekten är lika under de båda mätperioderna, medan de simulerade effekterna är 4 % större och 2 % mindre än de uppmätta värdena.

4.2.2 Friliggande småhus

Den genomsnittliga sammanlagrade hushållseffekten är 1 % större under mätperiod 2 än under mätperiod 1. För de simulerade effekterna gäller att de är 2 % större och 1 % mindre än motsvarande värde från mätperiod 1.

Genomsnittlig elvärmeeffekt är 3 % lägre under mätperiod 2 än under mätperiod 1. De simulerade värdena ligger här lika med respektive 2 % över det från mätperiod 1.

Varmvatteneffektens genomsnitt är 5 % större under period 2 än under period 1, medan de simulerade värdena i ena fallet är lika med och i andra fallet 6 % mindre än värdet från mätperiod 1.

Totaleffektens genomsnitt är 1 % lägre under period 2 än under period 1. De simulerade genomsnittliga totalbelastningarna är nästan lika med den i mätperiod 1 uppmätta.

4.2.3 Gemensamt

De simulerade genomsnittseffekterna ligger i närheten av de uppmätta. Skillnaderna mellan simulerade värden och i mätperiod 1 uppmätta är sällan större än de skillnader som uppträder mellan de båda mätperioderna.

4.3 SAMMANLAGRADE DYGNSBELASTNINGSKURVOR

4.3.1 Radhus

Vid simuleringen av hushållseffekterna från radhusgrupp 1 visar det sig att de flesta punkter på den simulerade dygnsbelastnings-

kurvan hamnar inom det från mätperiod 1 skattade konfidensintervallet. Så är inte fallet för radhusgrupp 2, men det beror på att den simulerade genomsnittliga hushållseffekten är 10 % lägre än genomsnittet från mätperiod 1. För båda radhusgrupperna gäller att de simulerade kurvornas form nära sammanfaller med de uppmätta kurvornas form. När det gäller kurvorna från dygnen med de största sammanlagrade hushållseffekterna så visar det sig, att både form och nivåer nära sammanfaller, möjligen kommer den simulerade morgontoppen något tidigt. Likaså avviker effektnivån något under dygnets första timmar, så att de simulerade effekterna blir något för höga här. Detta torde dock för praktiskt bruk sakna betydelse då dessa timmar knappast är dimensionerande.

Även de simulerade genomsnittliga varmvatteneffekterna faller till större delen inom det skattade konfidensintervallet. Här skulle man möjligen kunna ana att simuleringsmodellen överskattar eleffektbehovet för varmvattenberedningen en aning under dygnets första timmar. Då det gäller maxdygnen förefaller de simulerade dygnsbelastningskurvorna inte på något vis orimliga, även om de inte sammanfaller med det uppmätta maxdygnets kurva.

För den genomsnittliga totaleffekten gäller att också här faller de simulerade belastningskurvorna till större delen inom det skattade konfidensintervallet. Av kurvornas form torde man dock kunna ana att modellen gör en viss överskattning av effektbehovet under de tidiga morgontimmarna. Denna överskattning syns också i de simulerade maxdygnens kurvor, vilka trots detta inte förefaller särskilt osannolika.

4.3.2 Friliggande småhus

Här hamnar de simulerade dygnsbelastningskurvorna för hushållseffekten för båda husgrupperna nästan helt inom det skattade intervallet. Kurvformen företer stora likheter med mätresultaten från mätperiod 1. Detsamma gäller kurvorna från maxdygnen, även om man i ena fallet har erhållit en ganska hög morgontopp.

Då det gäller de genomsnittliga dygnsbelastningskurvorna från varmvattenberedningen verkar det som om modellen underskattar effektbehovet något mot slutet av dygnet och eventuellt överskattar

det något under timmarna 3, 4 och 5. Trots detta kan det inte påstås att modellen ger orimliga dygnsbelastningskurvor för varmvattenberedning, vare sig det gäller nivån eller formen. För maxdygnen verkar de simulerade varmvattenbelastningskurvorna fullt rimliga.

För den simulerade totaleffekten faller de simulerade dygnsbelastningskurvorna helt inom det skattade intervallet. Även dygnsbelastningskurvorna för maxdygnen förefaller rimliga.

4.3.3 Gemensamt

Simuleringsmodellen verkar ge simulerade dygnsbelastningskurvor som både till form och nivå nära sammanfaller med i mätperiod 1 uppmätta belastningskurvor. Att modellen överskattar effekten under dygnets tidiga timmar (timme 1-5) kan anas, men denna överskattning är inte stor. Överskattningen verkar komma från simuleringen av varmvatteneffekten. Vad som är viktigt att komma ihåg är att effekten under dessa tidiga timmar är låg, både lokalt och nationellt, varför det i praktiskt bruk inte är någon allvarlig inskränkning i modellens användbarhet.

4.4 ENSKILDA MAXEFFEKTER

4.4.1 Radhus

Största uppmätta hushållseffekt för ett enskilt hushåll är 29 % större under mätperiod 2 än under mätperiod 1, medan de simulerade maxeffekterna är 12 respektive 5 % mindre än max i mätperiod 1. Detta tyder på att modellen kan underskatta enskilda maximala hushållseffekter.

Även för elvärmen är den största maxeffekten större under mätperiod 2 än under mätperiod 1. Skillnaden är 19 %. Här blir de simulerade värdena ena gången 22 % större och andra gången 8 % mindre än motsvarande värde i mätperiod 1.

För varmvattenberedningen gäller att maxeffekterna är lika med de installerade effekterna. För simuleringsmodellen gäller att nästan alla hushåll når denna effekt, vilket inte sker i verkligheten,

beroende på att man på de aktuella varmvattenberedarna kan spärra den högsta effekten i något av stegen 1, 2 eller 3 kW.

Den största enskilda totaleffekten i period 2 är 14 % mindre än motsvarande i period 1. För de simulerade värdena gäller att de i båda fallen är 2 % större än värdet från mätperiod 1.

4.4.2 Friliggande småhus

För hushållselen gäller att här uppträder ett och samma hushåll extremt i båda mätperioderna, vilket syns tydligt i figur 8. Detta gör att de simulerade enskilda maxeffekterna ligger 41 respektive 39 % under värdet för mätperiod 1. Stryks de observerade extremvärdena hamnar de simulerade värdena i närheten av de uppmätta.

Även för elvärmen förekommer det ett extremt värde i mätperiod 1 (se figur 8). Detta resulterar i att skillnaden mellan mätperiod 1 och motsvarande värde från mätperiod 2 blir hela 33 %. De simulerade värdena hamnar 32 respektive 38 % under mätvärdet från period 1. Däremot hamnar de simulerade värdena nära motsvarande värde från mätperiod 2. Strykes det i mätperiod 1 uppträdande extremvärdet så ligger de simulerade värdena även här nära de uppmätta.

För varmvattenberedningens effektbehov gäller samma som för radhusgruppen.

Det ena av de båda tidigare nämnda extremvärdena slår också igenom på den största enskilda totaleffekten i mätperiod 1. Därför blir det största mätvärdet från denna period 18 % större än största totaleffekt från mätperiod 2, medan båda simuleringsresultaten ligger 8 % under det värde som observerats i period 2.

4.4.3 Gemensamt

Jämförelsen visar att modellen underskattar vissa extrema enskilda maxeffekter. Stryks dessa extremvärden verkar modellen fördela de enskilda maxeffekterna på ett sätt som har stora likheter med gjorda mätningar. Ur jämförelsen framgår också att skillnaderna, med de

förut nämnda extremvärdena undantagna, mellan simuleringsresultat och gjorda mätningar är av samma storleksordning som skillnaderna mellan de två mätperioderna.

Då det gäller varmvattenberedarnas beteende skiljer sig modellen från verkligheten genom att man i verkligheten kan begränsa varmvattenberedarens maxeffekt för ett enskilt hushåll. Detta kan inte göras i den aktuella simuleringsmodellen. Däremot beter sig de simulerade varmvattenberedarna, sett över hela hushållsgruppen, i genomsnitt på samma sätt som de verkliga beredarna.

5 SLUTSATSER

Den testade simuleringsmodellen ger sammanlagrade dygnsbelastningskurvor, som till form, genomsnittlig effektnivå och maximal effektnivå uppvisar stora likheter med uppmätta belastningskurvor. Detta gäller både för totaleffekten och för dess huvuddelar, dvs hushållseleffekt, direkt elvärmeeffekt och eleffekt för varmvattenberedning. Modellen torde därför vara väl lämpad för simulering av sammanlagrade dygnsbelastningskurvor från grupper av direktelvärmda småhus under dygn med liten variation i utomhustemperaturen.

Simuleringsmodellen kan i vissa fall underskatta enskilda maxeffekter för hushållsel och elvärme. Dessa underskattningar kan, men behöver inte, slå igenom i totaleffektens maxvärde för det aktuella hushållet. Därför rekommenderas en viss försiktighet vid tolkandet av enskilda extremvärden.

ENERGIHUSHÅLLNING
Lennart Larsson

Bilaga 1

PM
1982-09-13

ANALYSER AV MÄTPERIOD 2

Bakgrund, syfte, begränsningar

Bakgrunden till denna PM är de analyser som jag tidigare gjort av uppmätta belastningar från småhusområdet Bua Västergård. De mätdata som institutionen har tillgång till omfattar två direkt på varandra följande mätperioder. De tidigare analyserna utnyttjade endast data från den första av mätperioderna.

Syftet med denna PM är att redovisa resultaten av samma analyser som tidigare presenterats för mätperiod 1 men denna gång med data från mätperiod 2 istället. Härvid begränsar jag mig till att studera de modellansatser som valts till utgångspunkt för den presenterade simuleringsmodellen och gruppens sammanlagrade belastningar.

Metod

Precis som tidigare delas belastningarna upp i sina huvudbeståndsdelar hushållsel, elvärme och elektrisk varmvattenberedning. För varje belastningsdel beräknas sedan den sammanlagrade belastningen, typkurvor eller andra karakteristika för den valda modellansatsen, maxeffekt, sammanlagringsfaktor och överlagringsfaktor.

För den som är intresserad av hur beräkningarna genomföres eller beskrivning av de valda modellansatserna hänvisas till de tidigare analysrapporterna.

Observationer
Hushållsel

I figur 1a och 1b redovisas ett 99%-igt konfidensintervall för de sammanlagrade hushållsbelastningarna för radhusgruppen och vinkelhusgruppen. Den största sammanlagrade belastningen var 18,75kW för radhusgruppen och 21,42kW för vinkelhusgruppen.

Den modellansats som studerats för hushållseffekten har tidigare kallats modell 3b.Den bygger på att man grupperar belastningskurvorna efter tidpunkten för dygnsmax. I figur 2a och 2b visas frekvenserna för när dygnsmax inträffar för de båda husgrupperna. Då kurvorna grupperats normeras de med sitt eget genomsnitt varefter man beräknar genomsnittskurvan för de olika tidpunkter då någon kurva har dygnsmax. Dessa genomsnittskurvor kallas för modellens typkurvor. Samtidigt med

beräkningen av typkurvan beräknas en standardavvikelsekurva för varje typkurva. Som exempel på dessa typkurvor visas i figur 3a, 3b och 3c 99%-iga konfidensintervall för typkurvan för hushåll med max under timme 19. Genomsnittskurvorna som dessa intervall kommer från visas i figur 4, där radhusen, vinkelhusen och hela gruppen ritats in i samma figur.

För radhusen varierar den maximala hushållseffekten mellan 1,5kW och upp till 5,3kW. Motsvarande för vinkelhusen är 2,6kW och upp till 7,8kW. Hur fördelningen ser ut åskådliggörs i figur 5.

Sammanlagringsfaktorn för radhusen blev 0,36 , för vinkelhusen 0,40 och för hela gruppen 0,34.

Överlagringsfaktorn blev 0,51 för radhusen och 0,52 för vinkelhusen.

Elvärme

Elvärmen har studerats med en mycket enkel modell där värmebehovet är direkt proportionellt mot skillnaden mellan utomhus och inomhustemperatur. Den enda s.k. gratisenergi som det tas hänsyn till är hushållselen.

Det sammanlagrade specifika värmebehovet varierade för radhusen från 0,101 upp till 0,141 med ett genomsnitt på 0,120. Motsvarande för vinkelhusen blev 0,141-0,167 med ett genomsnitt på 0,153kW/^{o}C. I figur 6 visas de samtidiga värdena för vinkelhusen och radhusen.

Variationen mellan de olika hushållen blev för radhusen från 0,085kW/^{o}C upp till 0,157kW/^{o}C och genomsnittet blev 0,118kW/^{o}C, medan vinkelhusen varierade från 0,132 upp till 0,180kW/^{o}C. Här blev genomsnittet 0,153kW/^{o}C. Dessa variationer visas i figur 7. I figur 8 visas hur det specifika värmebehovet varierar mellan olika dygn hos samma hushåll.

Den maximala hushållseffekt som hushållen kan tillgodogöra sig som värme varierar för radhusen mellan 0,17kW och 0,47kW med ett snitt på 0,25kW. Motsvarande för vinkelhusen var 0,23-0,63kW med 0,37kW i genomsnitt.

Dessa variationer kan ses i figur 9 medan man i figur 10 kan se variationen mellan olika dygn för samma hushåll.

I figur 11 visas hur de under mätperiod 2 största registrerade elvärmeeffekterna fördelar sig. De varierar för radhusen från 2,5kW upp till 5,6kW. För vinkelhusen varierar maxeffekten mellan 3,6-8,0kW.

Sammanlagringsfaktorn är för radhusen 0,82 och för vinkelhusen 0,84. För båda grupperna tillsammans blev den 0,79.

Överlagringsfaktorn blev för radhusen 0,98 och för vinkelhusen 0,94.

Varmvatten

Ett 99%-igt konfidensintervall för den sammanlagrade varmvattenbelastningen visas i figur 12a och 12b. De maximala sammanlagrade effekterna var 20,53 för radhusen och 22,90kW för vinkelhusen.

Den modell som valts för den vidare analysen är samma som för hushållselen dvs belastningskurvorna grupperas efter tidpunkten för maximal hushållseffekt. Figur 13a, 13b och 13c visar som exempel ett konfidensintervall för varmvattentypkurvor där hushållseffekten är maximal under timme 19.

Den maximala effekten varierar mellan de installerade 3kW och effekten på steg 1 som är ca 1kW. Detta visas i figur 14.

Sammanlagringsfaktorn blev 0,50 för radhusen, 0,62 för vinkelhusen och 0,52 för hela gruppen.

Överlagringsfaktorn blev 0,90 för radhusen och 0,64 för vinkelhusen.

Totalbelastning

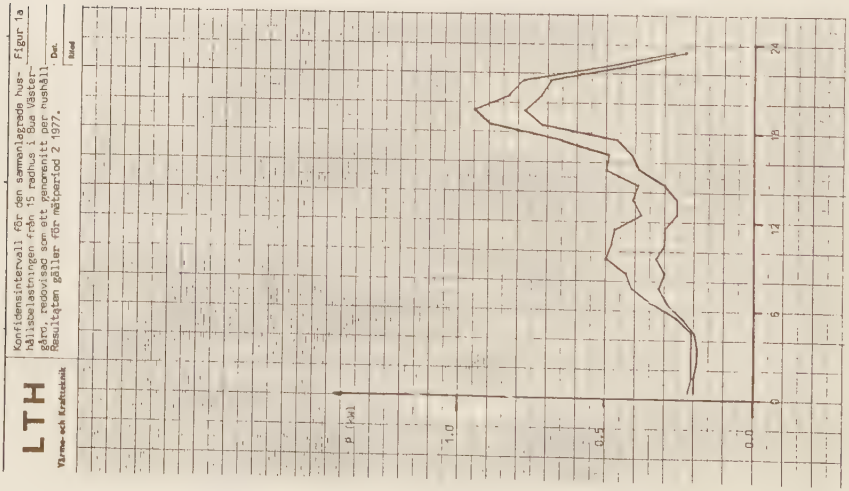
Den största uppmätta sammanlagrade totalbelastningen blev 77,52 kW för radhusen, 84,10 kW för de friliggande husen och 157,46 kW för båda grupperna tillsammans.

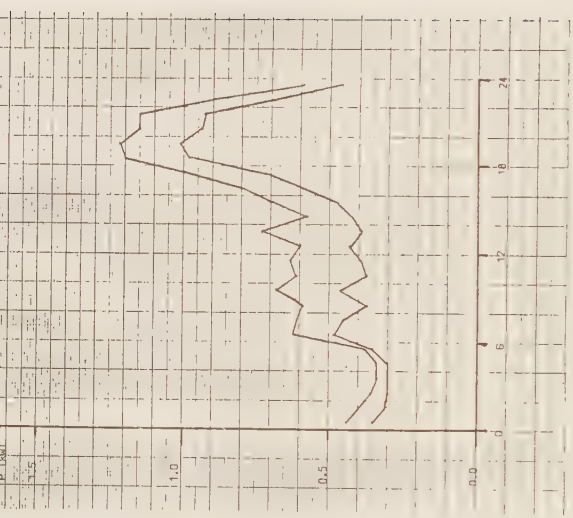
De enskilda maxeffekterna varierade från 5,5kW till 9,4 för radhusen och mellan 6,7 och 11,5kW för vinkelhusen. Dessa variationer visas i figur 15.

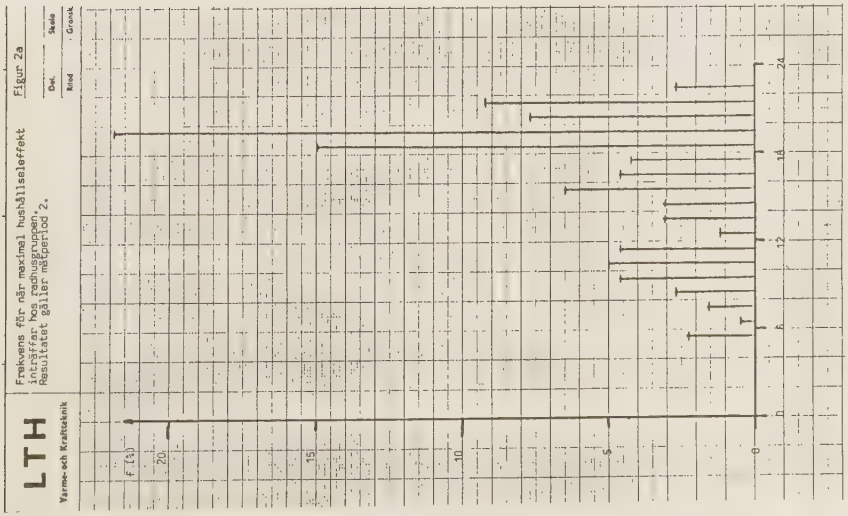
Bilaga 1

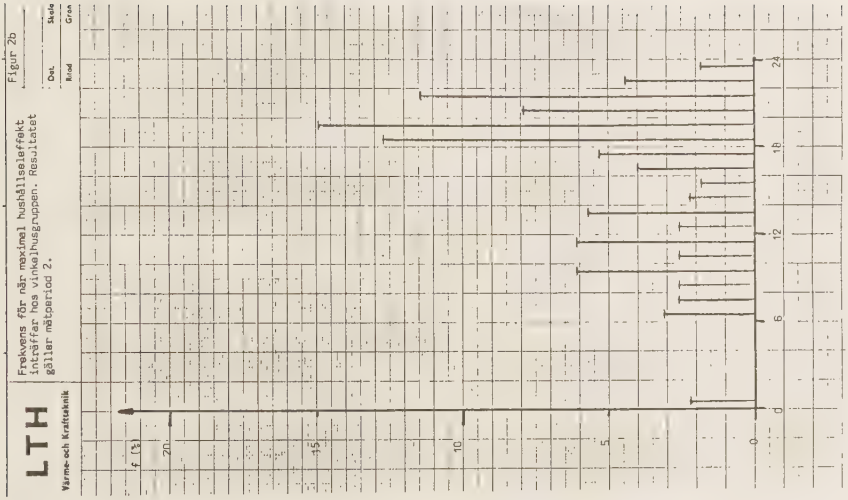
Sammanlagringsfaktorn blev 0,69 för radhusen, 0,73 för vinkelhusen och 0,69 för båda grupperna.

Överlagringsfaktorn blev 0,93 för radhusen och 0,83 för vinkelhusen.


LTH
Värme- och Kraftteknik
Konfidensintervall för den sammanlagrade hus-
hållsbelastningen från 15 radhus i Bua Väster-
gård, redovisad som ett genomsnitt per hush-
åll. Resultaten gäller för mätperiod 2 1977.
Figur 1a
Del.
Blad
P (kW)
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24


LTH
Värme- och Kraftteknik
Konfidensintervall för den sammanlagrade hus-
hållsbelastningen från 13 vinkelhus i Bua Väs-
tergård, redovisad som ett genomsnitt per hus-
håll. Resultaten gäller mätperiod 2 1977.
Figur 1b
Del.
Blad
Skala
Gremk.
P (kW)
1.5
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24


LTH
Värme- och Kraftteknik
Frekvens för när maximal hushållselaffekt inträffar hos radhusgruppen. Resultatet gäller mätperiod 2.
Figur 2a
Dat.
Skala
Ritad
Granskad
f (%)
20
15
10
5
0
0
6
12
14
24


LTH
Värme- och Kraftteknik
Frekvens för när maximal hushållselaffekt inträffar hos vinkelhusgruppen. Resultatet gäller mätperiod 2.
Figur 2b
Dat.
Skala
Ritad
Granskad
f (%)
20
15
10
5
0
0
6
12
18
24

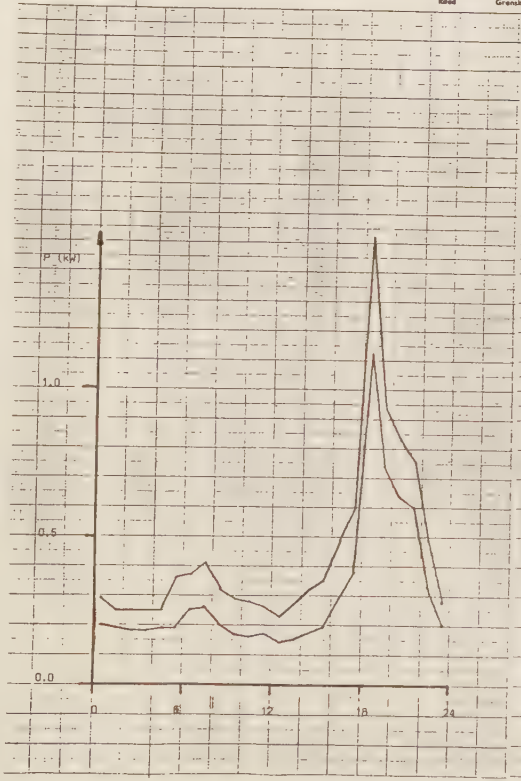
Bilaga 1

LTH
Värme- och Kraftteknik

Konfidensintervall för den normerade hushålls-belastningen från radhus med maximal hushålls-effekt under timme 19. Resultatet gäller för mätperiod 2.

Figur 3a

Det. Skala
Ritad Gransk

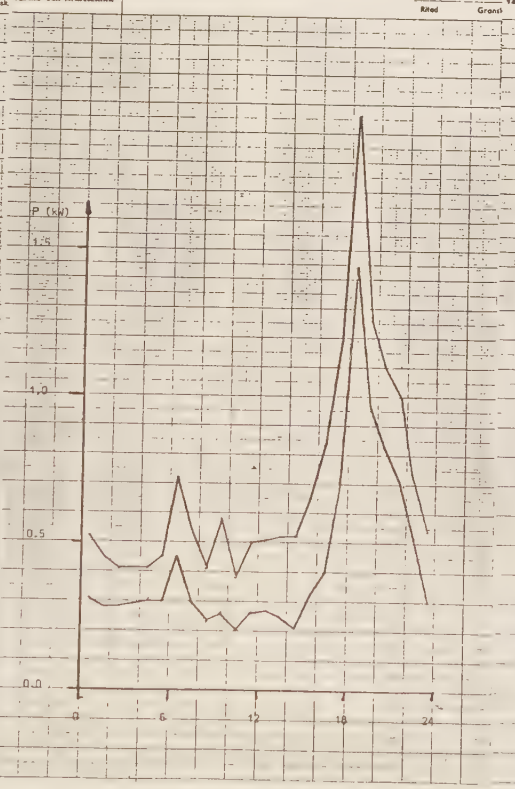


LTH
Värme- och Kraftteknik

Konfidensintervall för den normerade hushålls-belastningen från vinkelhus med maximal hus-hållseleffekt under timme 19. Resultatet gäller för mätperiod 2.

Figur 3b

Det. Skala
Ritad Gransk

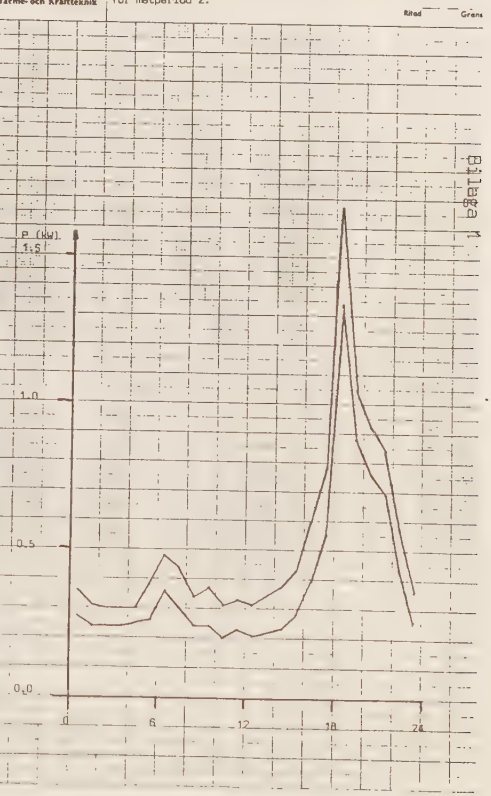


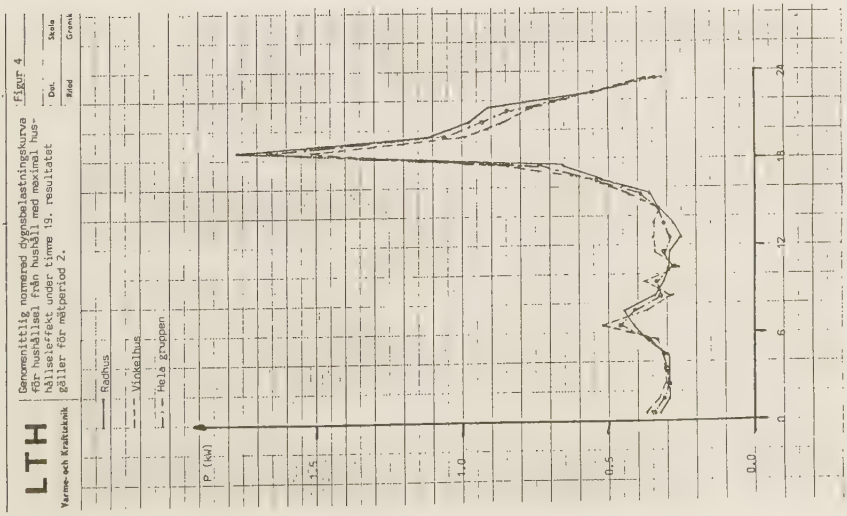
LTH
Värme- och Kraftteknik

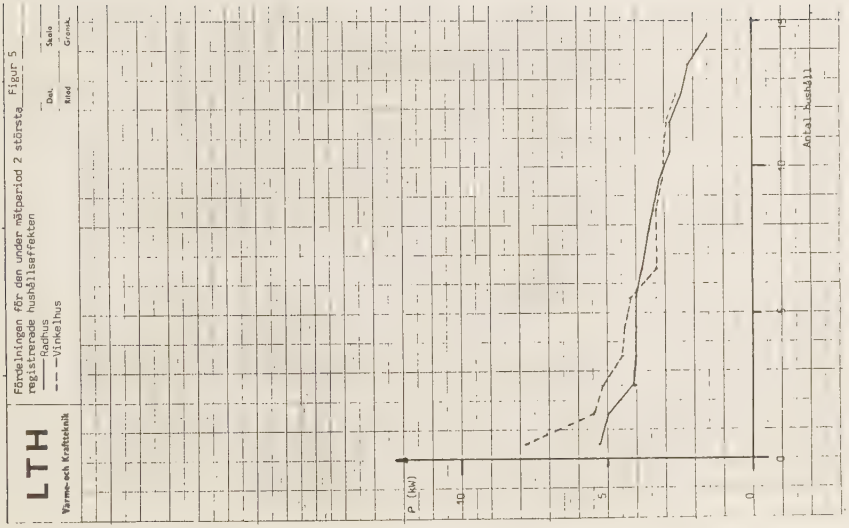
Konfidensintervall för den normerade hushålls-belastningen från småhus med maximal hushålls-eleffekt under timme 19. Resultatet gäller för mätperiod 2.

Figur 3c

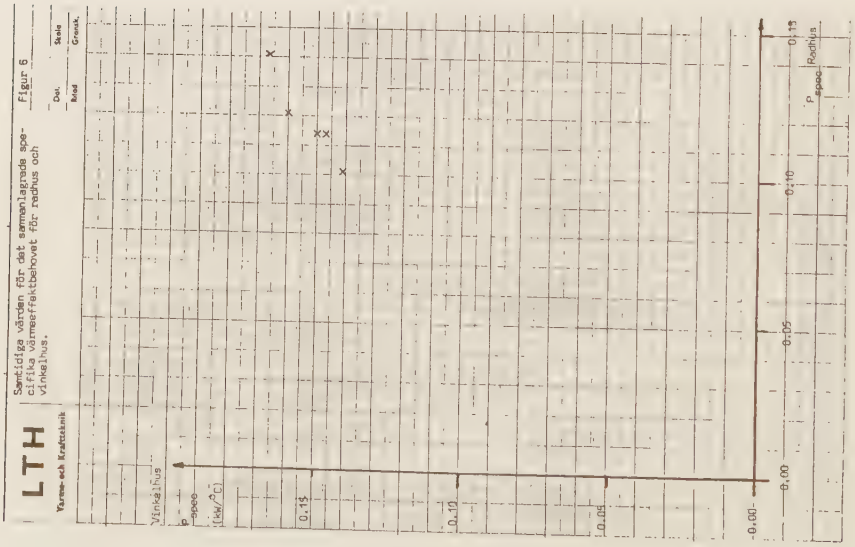
Det. Skala
Ritad Grans

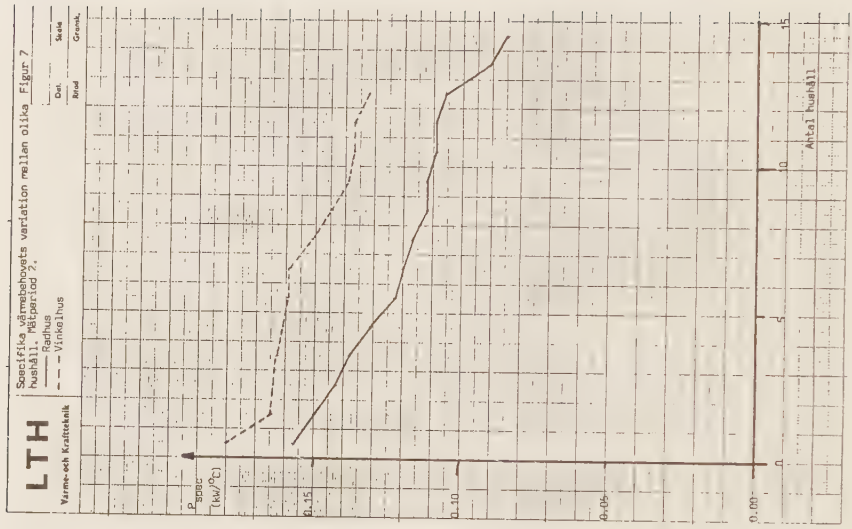



LTH
Värme- och Kraftteknik
Figur 4
Genomsnittlig normerad dygnsbelastningskurva för hushållsel från hushåll med maximal hushållseffekt under timme 19, resultatet gäller för mätperiod 2.
Datum
Skala
Ritad
Granskad
Radhus
Vinkelhus
Hela gruppen
P (kW)
1.5
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24

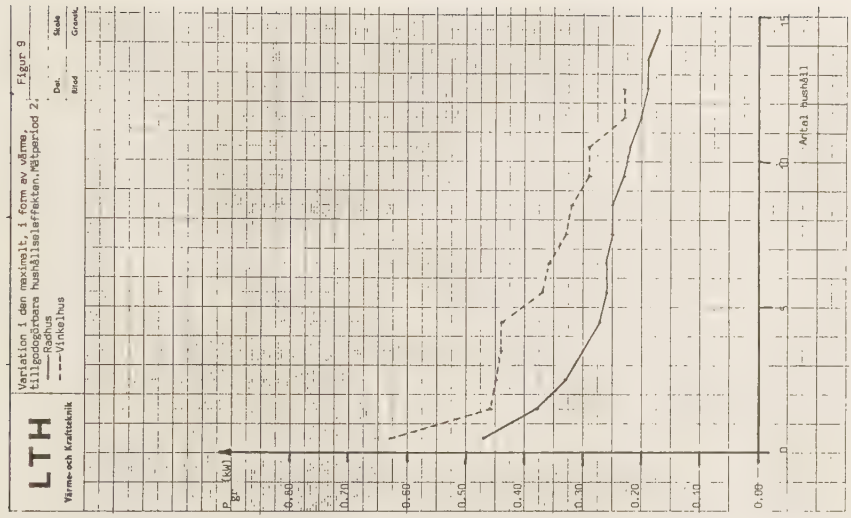

LTH
Värme- och Kraftteknik
Fördelningen för den under mätperiod 2 största registrerade hushållseffekten
Radhus
Vinkelhus
Datum
Skala
Ritad
Granskad
P (kW)
10
5
0
0
5
10
15
Antal hushåll

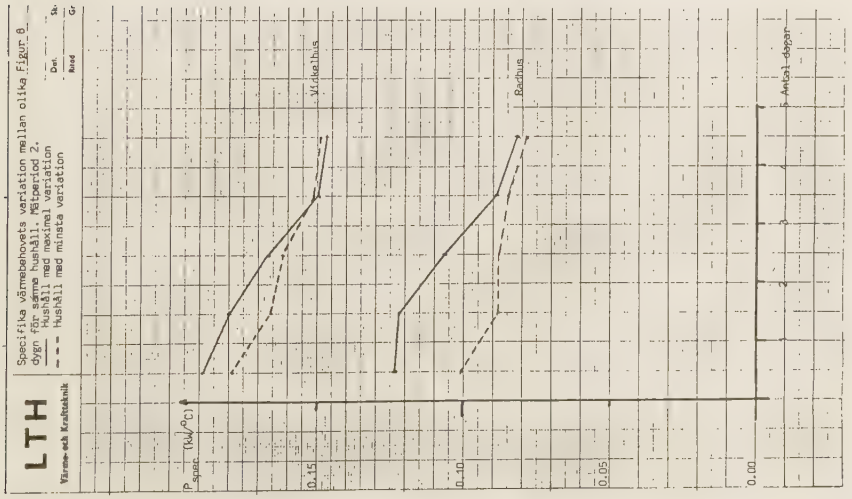
Bilaga 1


LTH
Värme- och Kraftteknik
Samtidiga värden för det sammanlagrade specifika värmeeffektbehovet för radhus och vinkelhus.
Figur 6
Det.
Skala
Ritad
Granskr.
Vinkelhus
P spec (kW/°C)
0.15
0.10
0.05
0.00
0.00
0.05
0.10
0.15
P spec Radhus

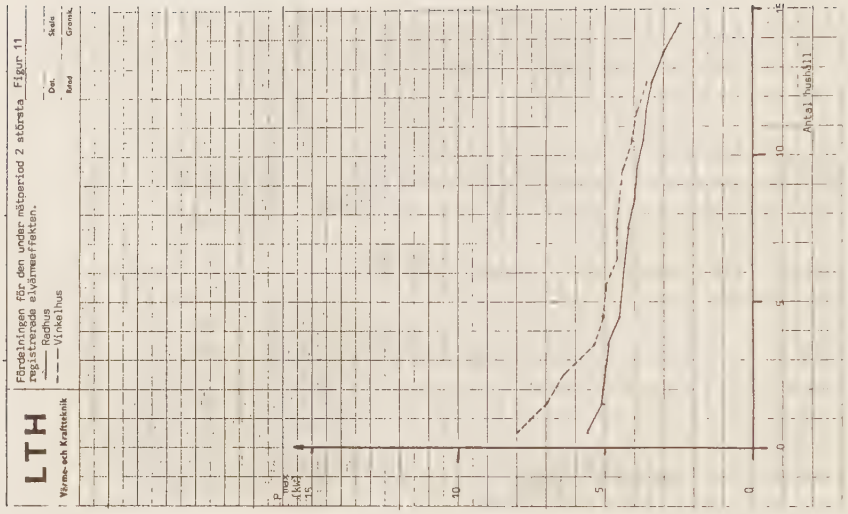

LTH
Värme- och Kraftteknik
Specifika värmebehovets variation mellan olika hushåll. Mätperiod 2.
Figur 7
Radhus
Vinkelhus
Det.
Skala
Ritad
Granskr.
P spec (kW/°C)
0.15
0.10
0.05
0.00
0
5
10
15
Antal hushåll

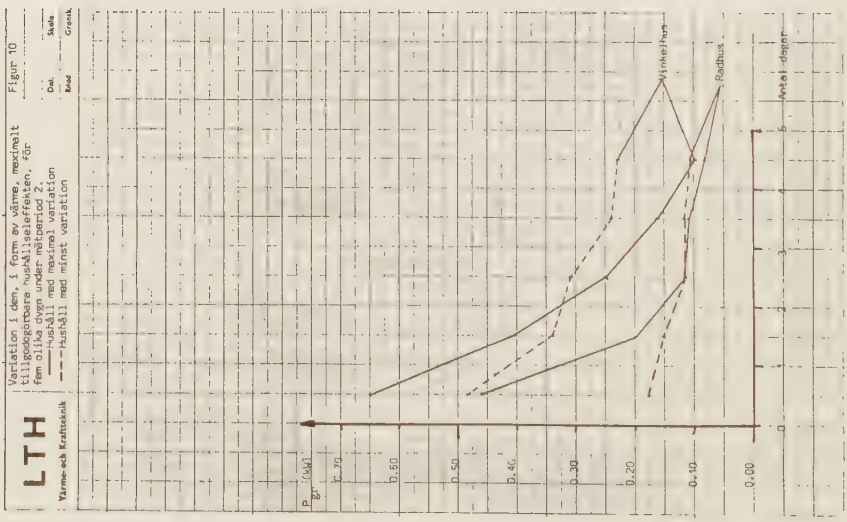
Bilaga 1

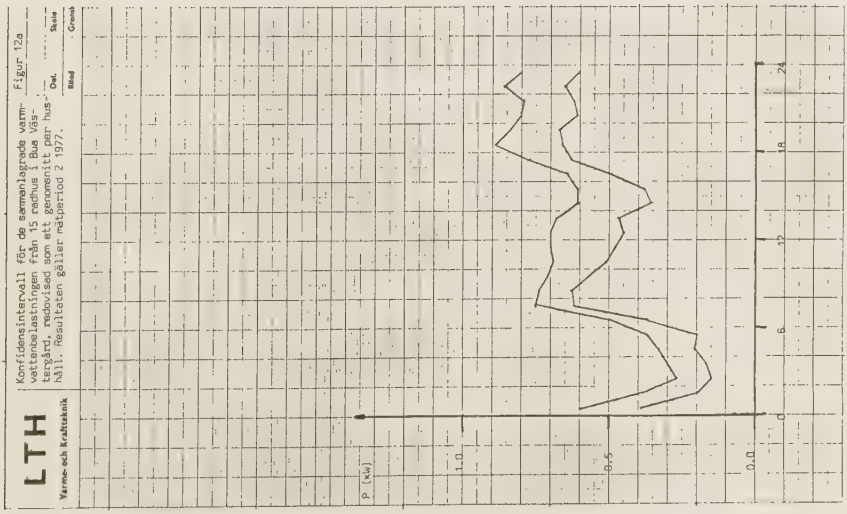

LTH
Värme- och Kraftteknik
Variation i den maximalt, i form av värme, tillgodogörbara hushållseleffekten. Mätperiod 2.
Radhus
Vinkelhus
Figur 9
Det.
Skala
Ritad
Granskn.
P_{gr} (kW)
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
0
5
10
15
Antal hushåll

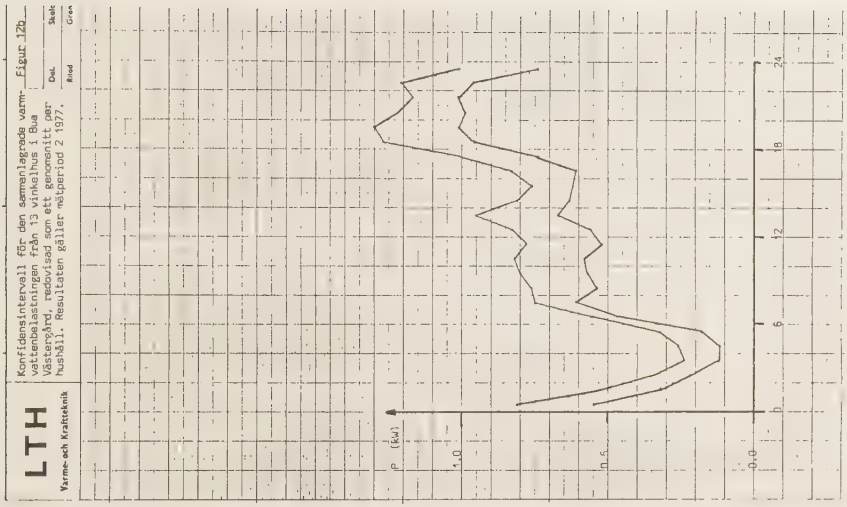

LTH
Värme- och Kraftteknik
Specifika värmebehovets variation mellan olika dygn för samma hushåll. Mätperiod 2.
Hushåll med maximal variation
Hushåll med minsta variation
Figur 8
Det.
Sk.
Ritad
Gr.
P_{spec} (kW/°C)
0.15
0.10
0.05
0.00
Vinkelhus
Radhus
2
3
5
Antal dagar

Bilaga 1


LTH
Värme- och Kraftteknik
Fördelningen för den under mätperiod 2 största registrerade elvärmeeffekten.
Figur 11
Radhus
Vinkelhus
Del.
Skala
Rad
Gronk
P max (kW)
15
10
5
0
0
5
10
15
Antal hushåll


LTH
Värme- och Kraftteknik
Variation i den, i form av värme, maximalt tillgodogörbara hushållseleffekten, för fem olika dygn under mätperiod 2.
Figur 10
Hushåll med maximal variation
Hushåll med minst variation
Del.
Skala
Rad
Gronk
P gr (kW)
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
0
1
2
3
4
5
Antal dagar
Vinkelhus
Radhus


LTH
Värme- och Kraftteknik
Konfidensintervall för de sammanlagrade varmvattenbelastningen från 15 radhus i Bua Västergård, redovisad som ett genomsnitt per hushåll. Resultaten gäller mätperiod 2 1977.
Figur 12a
Del.
Skala
Ritad
Granskad
P (kW)
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24

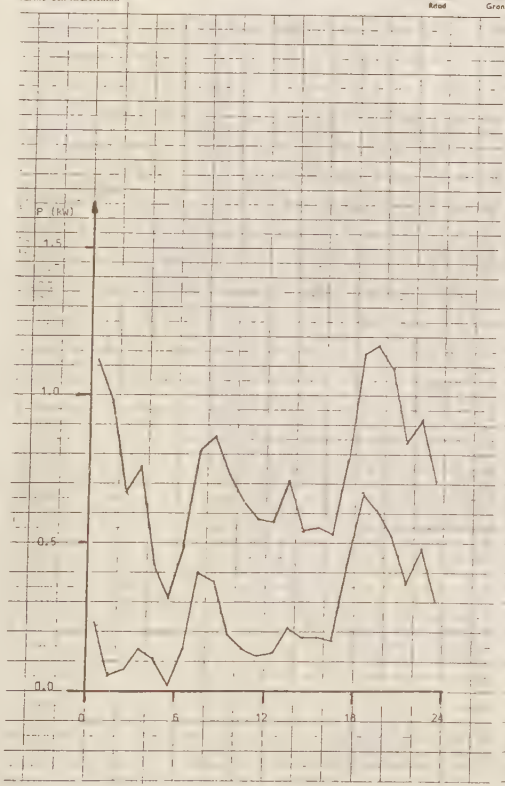

LTH
Värme- och Kraftteknik
Konfidensintervall för den sammanlagrade varmvattenbelastningen från 13 vinkelhus i Bua Västergård, redovisad som ett genomsnitt per hushåll. Resultaten gäller mätperiod 2 1977.
Figur 12b
Del.
Skala
Ritad
Granskad
P (kW)
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24

LTH
Värme- och Kraftteknik

Konfidensintervall för den normerade varmvattenbelastningen från radhus med maximal hushållseleffekt under timme 19. Resultatet gäller för mätperiod 2.

Figur 13a

Dat. Rrad | Skala Gran



LTH
Värme- och Kraftteknik

Konfidensintervall för den normerade varmvattenbelastningen från vinkelhus med maximal hushållseleffekt under timme 19. Resultatet gäller för mätperiod 2.

Figur 13b

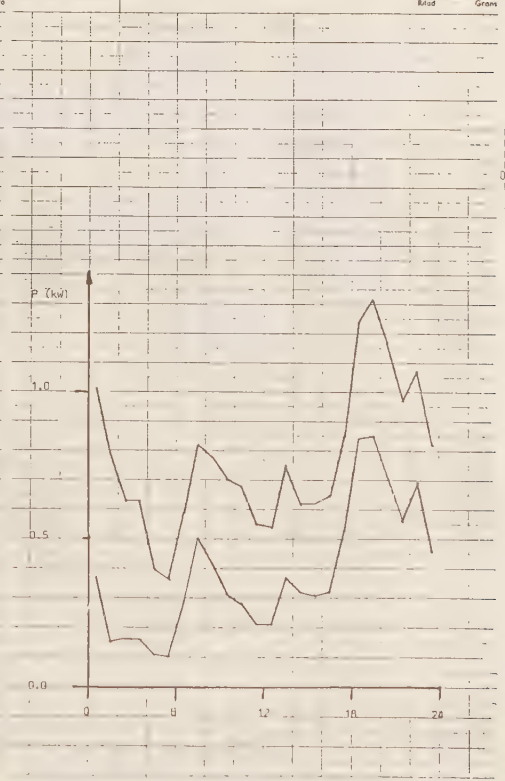
Dat. Rrad | Skal Gro

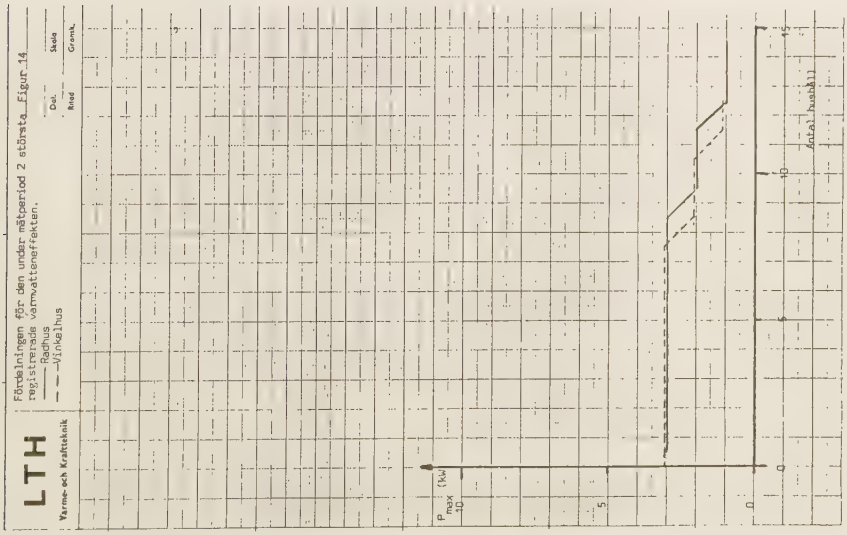
LTH
Värme- och Kraftteknik

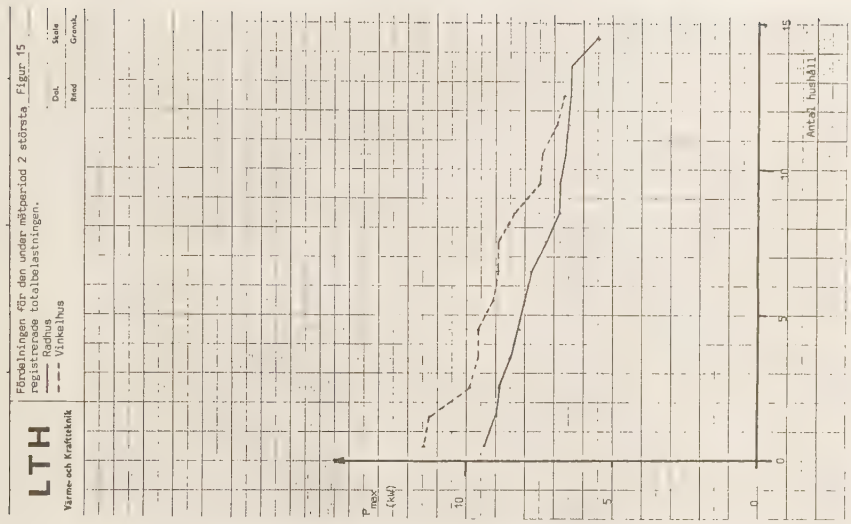
Konfidensintervall för den normerade varmvattenbelastningen från småhus med maximal hushållseleffekt under timme 19. Resultatet gäller för mätperiod 2.

Figur 13c

Dat. Rrad | Skala Gram




LTH
Värme- och Kraftteknik
Fördelningen för den under mätperiod 2 största figur 14
registrerade varmvatteneffekten.
Radhus
Vinkelhus
Dat.
Skala
Ritad
Gremk.
P max (kW)
10
5
0
0
5
10
15
Antal hushåll


LTH
Värme- och Kraftteknik
Fördelningen för den under mätperiod 2 största figur 15
registrerade totalbelastningen.
Radhus
Vinkelhus
Dat.
Skala
Ritad
Gremk.
P max (kW)
10
5
0
0
5
10
15
Antal hushåll

FÖRÄNDRINGAR I SIMULERINGSMODELL

Bakgrund

Under arbetet med att testa den tidigare presenterade "Datormodell för simulering av elektriska belastningar från direktelvärmda småhus" framkom det att den dittills använda simuleringssekvensen för varmvattenberedarnas beteende betedde sig felaktigt på två punkter. Den första och minst allvarliga var att den använda modellen arbetade i tre steg om 1kW/steg, medan de gjorda mätningarna tydde på att den borde arbeta i tre steg om 1.1kW/steg. Den andra punkten där beteendet var tveksamt var att den kraftigt underskattade det sammanlagrade effektbehovet under kvällstimmarna.

Förändringar

Det beredde inga som helst problem att förändra varmvattenberedningen så att varmvattenberedarna arbetade i tre steg om 1.1kW/steg.

Då det gällde modellens tendens att underskatta det sammanlagrade effektbehovet under kvällstimmarna visade det sig att den berodde på den tidigare gjorda förenklingen att inkopplingstiden för ett visst steg och ett visst hushåll under ett visst dygn alltid var lika lång. Denna förenkling ändrades så att inkopplingstiden istället beräknades genom att anta att man skulle tillföra vattnet så mycket energi som i genomsnitt behövs innan nästa tillslag. Hur stor denna energimängd är beräknas genom att summera energibehovet enligt den typkurva som gäller för det aktuella hushållets varmvattenbehov. Denna typkurva har tagits fram med hjälp av modell 3b i de tidigare presenterade analyserna av belastningarna från elektriska varmvattenberedare (referens 12), varefter den multiplicerats med det aktuella hushållets dygnsgenomsnitt för varmvattenberedning. Modell 3b innebär att man tar fram en typkurva genom att gruppera de uppmätta varmvattenbelastningskurvorna efter timmen då dygnets största hushållseffekt inträffar, varefter varje kurva normeras innan man beräknar en genomsnittskurva för varje grupp. Dessa genomsnittskurvor används sedan som typkurvor, varvid man väljer typkurva med hänsyn till när det aktuella hushållet har dygnsmax för hushållseffekten.

Resultat

Nedan visas den del av det nu gällande programmet som ersätter rad 61 till och med rad 172 i den version som visades i den tidigare presenterade rapporten. Vissa förändringar har naturligtvis också gjorts i inläsningsdelen, men det finns ingen anledning att utöka antalet sidor bara för detta.

```
61      !
62      framtagning av dygnsbelastningskurvan för aktuell varmvattenberedare
63      !
64      PROCEDURE vvlast(tfrek,tiltid,ant,pvsnit,start,mt,pvv,pvvtyp);
65      REAL ARRAY tfrek,tiltid,pvv,pvvtyp;
66      INTEGER ARRAY ant;
67      REAL pvsnit;
68      INTEGER mt,start;
69      NAME start;
70      BEGIN
71            REAL ARRAY frek(1:3,1:24),slum(0:8),fi(1:3);
72            INTEGER ARRAY vvt(1:3,1:24),vvti(1:24),tills(1:9);
73            INTEGER tt,an,ttt,itill,itillh,bt,st,vvo,bn,a,b,t,i;
74            REAL wv,sluma,sum,korrek,tidsum,sumb;
75            tidsum:=0;
76            IF ant(1) eq 0 THEN ant(1):=1;
77            FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
78            fi(i):=ant(i)*tiltid(i,ant(i));
79            tidsum:=fi(1)+fi(2)+fi(3);
80            FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO fi(i):=fi(i)/tidsum;
81            bn:=0;
82            l31:;
83            FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO pvv(t):=0;
84            FOR i:=1 STEP 1 UNTIL 3 DO
85            FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
86               frek(i,t):=tfrek(mt,t);
87            END;
88            FOR i:=1 STFP 1 UNTIL 3 DO BEGIN
89               l32:;
90               FOR an:=1 STEP 1 UNTIL ant(i) DO
91               slum(an):=uniform(0.0,1.0,start);
92               FOR an:=ant(i) STEP -1 UNTIL 1 DO BEGIN
93                  sluma:=slum(an);
94                  b:=an;
95                  FOR a:=1 STEP 1 UNTIL an DO
96                  IF sluma lt slum(a) THEN BEGIN
97                     sluma:=slum(a);
98                     b:=a;
99                  END;
100                 FOR a:=b STEP 1 UNTIL an-1 DO
101                 slum(a):=slum(a+1);
102                 slum(an):=sluma;
103              END;
104              an:=1;
105              WHILE an lt ant(i)+1 DO BEGIN
106                 sum:=0;
107                 FOR tt:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO sum:=sum+frek(i,tt);
108                 IF sum lt 0.001 THEN GOTO l39;
109                 sumb:=0;
110                 FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO BEGIN
111                    sumb:=sumb+frek(i,t)/sum;
112                    IF slum(an) lt sumb and frek(i,t) gt 0 THEN BEGIN
113                       vvti(t):=1;
114                       tills(an):=t;
115                       an:=an+1;
116     if an gt ant(i) then goto l33;
117                    END ELSE vvti(t):=0;
118              END; l33:; END;
119              an:=0;
120              tills(ant(i)+1):=24+tills(1);
121              FOR an:=1 STEP 1 UNTIL ant(i) DO BEGIN
122                 wv:=0;
123                 FOR t:=tills(an) STEP 1 UNTIL tills(an+1)-1 DO BEGIN
124                    tt:=t;
125                    tidkoll(tt);
126                    wv:=wv+pvvtyp(mt,tt)*pvsnit*fi(i);
127                 END;
128                 t:=tills(an);
129                 WHILE wv gt 0 DO BEGIN
130                    tt:=t-1;
131                    tidkoll(tt);
132                    IF wv gt 1.1 THEN pvv(tt):=pvv(tt)+1.1 ELSE
133                    pvv(tt):=pvv(tt)+wv;
134                    t:=t+1;
135                    wv:=wv-1.1;
136                 END;
137              END;
138              l39:;
139              IF i lt 3 THEN BEGIN
140                 FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO
141                 IF pvv(t) gt 1 THEN vvt(i,t):=1 ELSE vvt(i,t):=0;
142                 IF i eq 1 THEN BEGIN
143                    FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO frek(i+1,t):=frek(i+1,t)*
144                    vvt(i,t)
145                 END ELSE BEGIN FOR t:=1 STEP 1 UNTIL 24 DO
146                 frek(i+1,t):=frek(i+1,t)*vvt(i,t) END;
147              END;
148           END;
149        END;
```

TABELL 1a: Största sammanlagrade effekter i kW, sammanlagringsfaktorer samt förhållandet mellan olika mätningar och simuleringar, för radhus

	Mätperiod		Simulering		Förhållande				
Belastning	1	2	1	2	M2/M1	S1/M1	S1/M2	S2/M1	S2/M2
Hushållsel	1.18	1.16	1.25	1.14	0.98	1.06	1.08	0.97	0.98
Sammanlagringsfaktor S	0.39	0.37	0.48	0.47					
Elvärme	2.69	2.46	2.43	2.36	0.91	0.90	0.99	0.88	0.96
S	0.85	0.84	0.81	0.84					
Varmvatten	1.11	1.12	1.11	1.16	1.01	1.00	0.99	1.05	1.04
S	0.47	0.46	0.36	0.36					
Totallast	4.08	3.92	4.53	4.09	0.96	1.11	1.16	1.00	1.04
S	0.58	0.57	0.69	0.63					

TABELL 1b: Samma som tabell 1a, men gällande för friliggande småhus

	Mätperiod		Simulering		Förhållande				
Belastning	1	2	1	2	M2/M1	S1/M1	S1/M2	S2/M1	S2/M2
Hushållsel	1.63	1.44	1.55	1.71	0.88	0.95	1.08	1.05	1.19
S	0.47	0.37	0.47	0.53					
Elvärme	3.42	3.30	3.12	3.19	0.96	0.91	0.95	0.93	0.97
S	0.86	0.89	0.83	0.83					
Varmvatten	1.45	1.66	1.35	1.63	1.14	0.93	0.81	1.12	0.98
S	0.60	0.62	0.44	0.51					
Totallast	5.99	5.24	5.46	5.66	0.87	0.91	1.04	0.94	1.08
S	0.72	0.67	0.70	0.70					

TABELL 2a: Genomsnittliga sammanlagrade effekter i kW samt förhållandet mellan olika mätningar och simuleringar, för radhus

	Mätperiod		Simulering		Förhållande				
Belastning	1	2	1	2	M2/M1	S1/M1	S1/M2	S2/M1	S2/M2
Hushållsel	0.46	0.41	0.46	0.41	0.90	1.00	1.11	0.90	1.00
Elvärme	2.12	2.16	2.23	2.11	1.02	1.05	1.03	1.00	0.98
Varmvatten	0.54	0.55	0.55	0.54	1.02	1.01	1.00	1.01	0.99
Totallast	3.12	3.12	3.23	3.07	1.00	1.04	1.04	0.98	0.98

TABELL 2b: Samma som tabell 2a, men gällande för friliggande småhus

	Mätperiod		Simulering		Förhållande				
Belastning	1	2	1	2	M2/M1	S1/M1	S1/M2	S2/M1	S2/M2
Hushållsel	0.60	0.61	0.61	0.60	1.01	1.02	1.01	0.99	0.98
Elvärme	2.84	2.75	2.85	2.90	0.97	1.00	1.04	1.02	1.05
Varmvatten	0.67	0.71	0.67	0.63	1.05	1.00	0.95	0.94	0.89
Totallast	4.11	4.07	4.13	4.13	0.99	1.00	1.01	1.00	1.01

TABELL 3a: Största enskilda maxeffekt i kW samt förhållandet mellan olika mätningar och simuleringar, för radhus

	Mätperiod		Simulering		Förhållande				
Belastning	1	2	1	2	M2/M1	S1/M1	S1/M2	S2/M1	S2/M2
Hushållsel	4.1	5.3	3.6	3.9	1.29	0.88	0.68	0.95	0.74
Elvärme	3.6	4.3	4.4	3.3	1.19	1.22	1.02	0.92	0.77
Varmvatten	3.4	3.5	3.3	3.3	1.03	0.97	0.94	0.97	0.94
Totallast	8.3	7.1	8.5	8.5	0.86	1.02	1.20	1.02	1.20

TABELL 3b: Samma som tabell 3a, men gällande för friliggande småhus

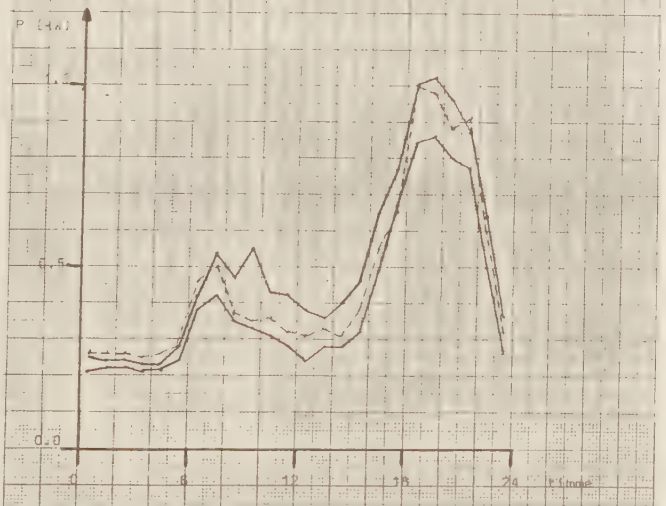
	Mätperiod		Simulering		Förhållande				
Belastning	1	2	1	2	M2/M1	S1/M1	S1/M2	S2/M1	S2/M2
Hushållsel	7.9	7.8	4.7	4.8	0.99	0.59	0.60	0.61	0.62
Elvärme	6.6	4.4	4.5	4.1	0.67	0.68	1.02	0.62	0.93
Varmvatten	3.4	3.4	3.3	3.3	1.00	0.97	0.97	0.97	0.97
Totallast	12.1	9.9	9.1	9.1	0.82	0.75	0.92	0.75	0.92

LTH
Värme- och Kraftteknik

Genomsnittlig sammanlagrad dygns-belastningskurva för hushålls-effekt i radhus.

Figur 1a

Det. | Skala
Ritad | Gransk.



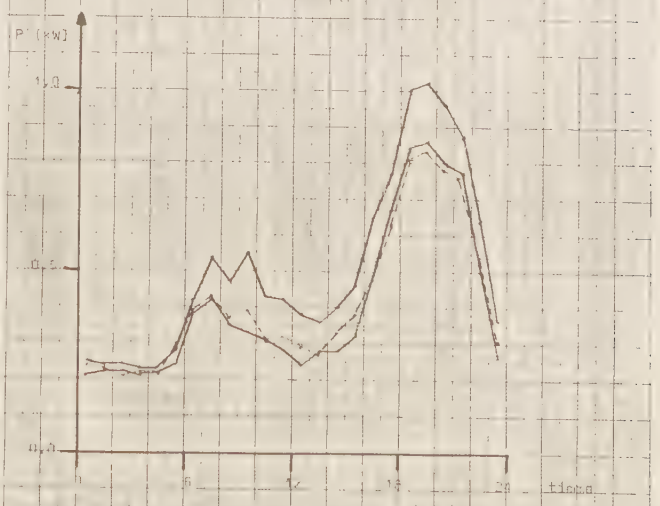
SIS 523 A4 73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

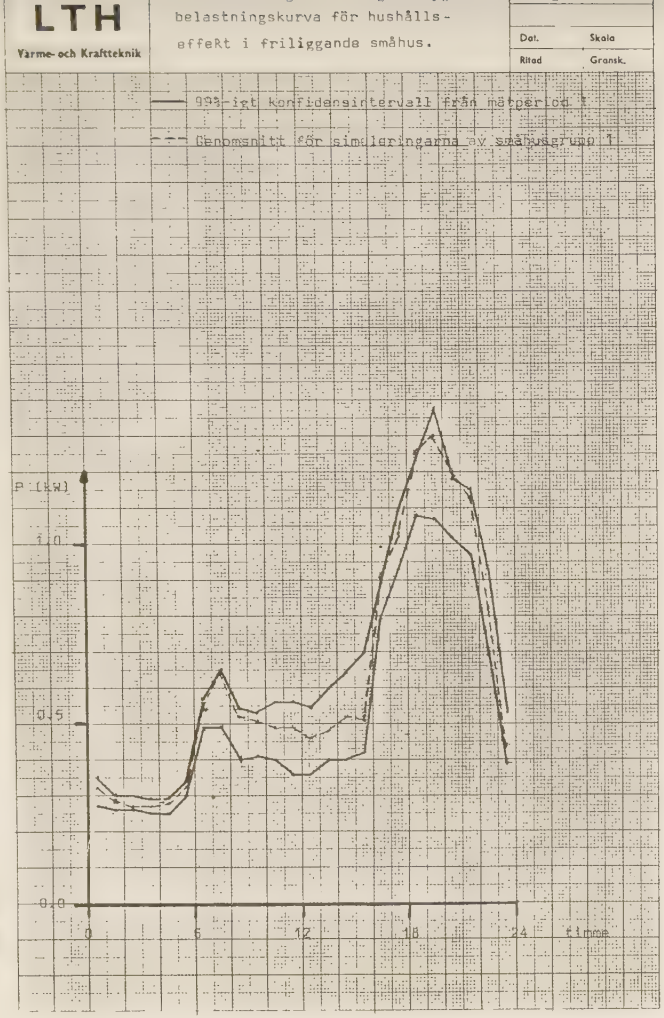
Genomsnittlig sammanlagrad dygns-belastningskurva för hushålls-effekt i radhus.

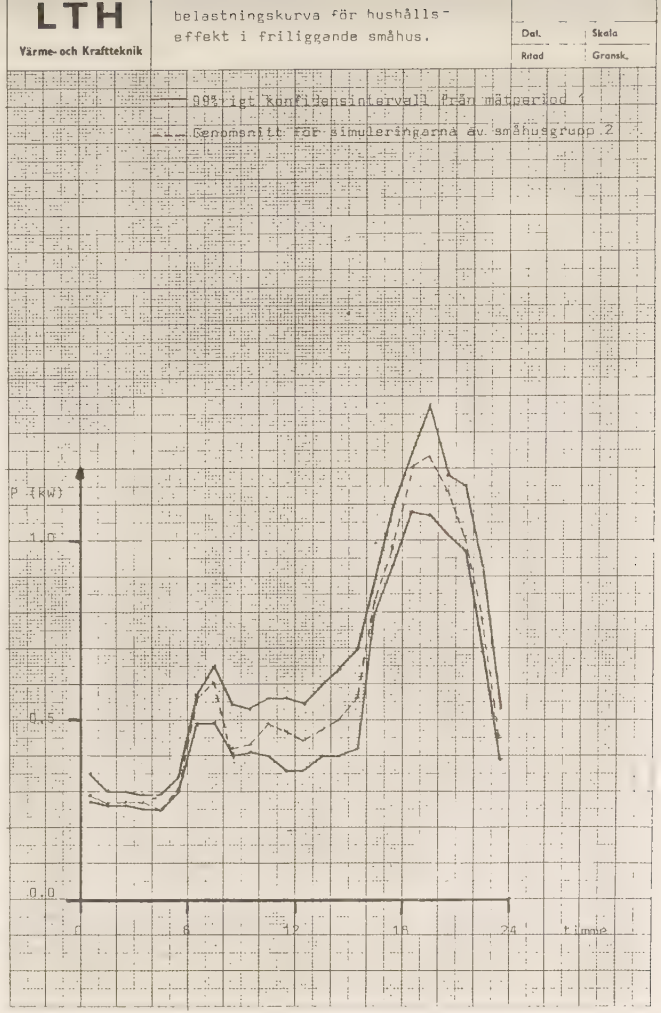
Figur 1b

Det. | Skala
Ritad | Gransk.



SIS 523 A4 73 25 01
Nr 1634


LTH
Värme- och Kraftteknik
belastningskurva för hushålls-
effekt i friliggande småhus.
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
99%-igt konfidensintervall från mätperiod 1
Genomsnitt för simuleringarna av småhusgrupp 1
P (kW)
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24
timme
SIS
523 A4
73 25 01
Nr 1634

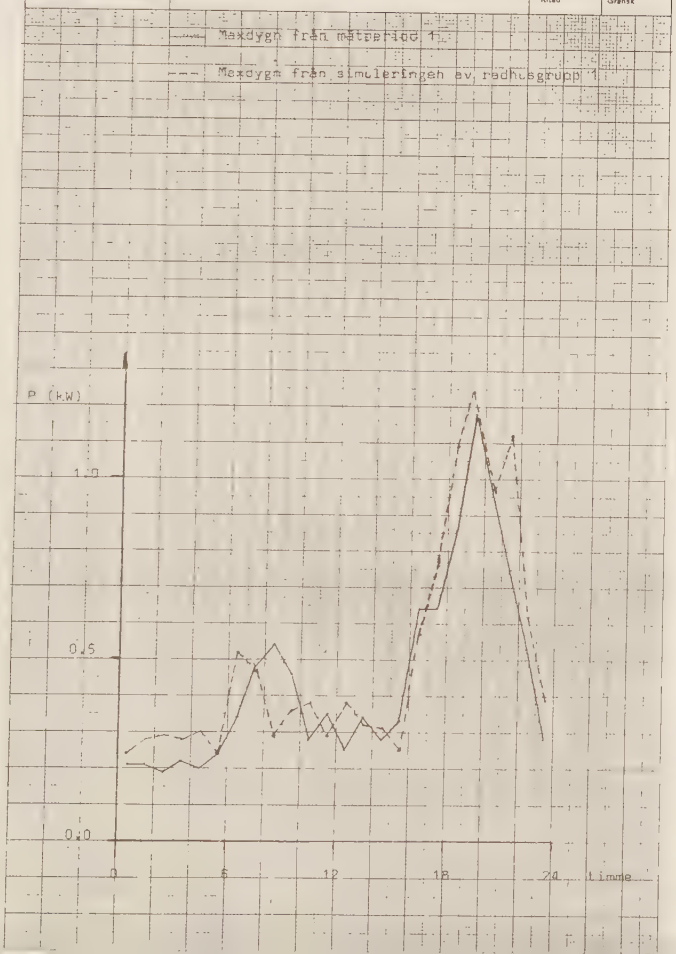

LTH
Värme- och Kraftteknik
belastningskurva för hushålls-
effekt i friliggande småhus.
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
99%-igt konfidensintervall från mätperiod 1
Genomsnitt för simuleringarna av småhusgrupp 2
P (kW)
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24
timme
SIS
523 A4
73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

Sammanlagrad hushållseffektkurva för radhusgruppen från dygn med största sammanlagrade hushållseffekt.

Figur 2a

Dat	Skala
Ritad	Gransk



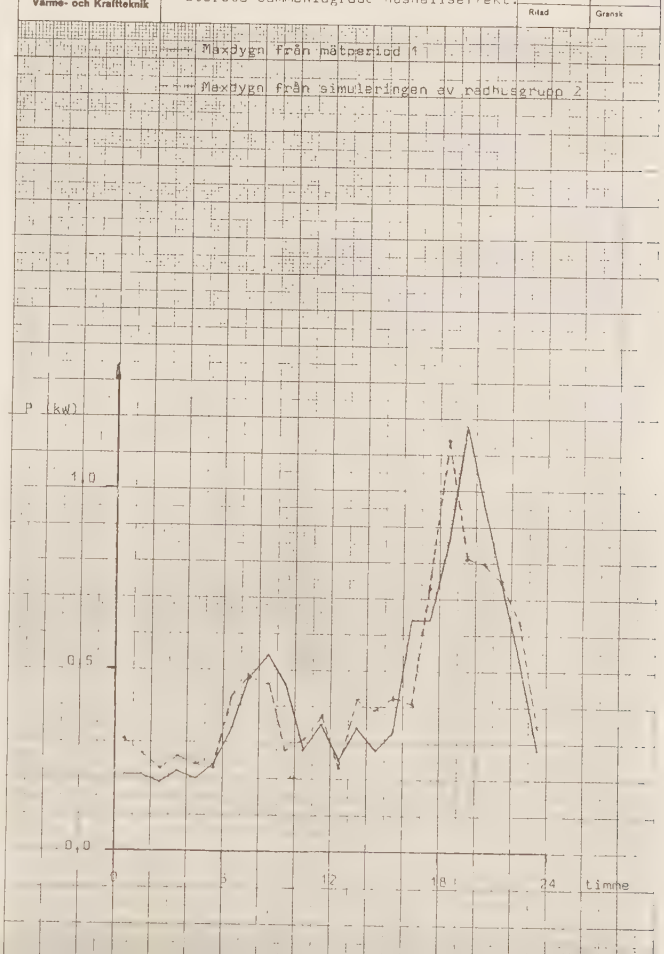
Oce Ingut
7510 64

LTH
Värme- och Kraftteknik

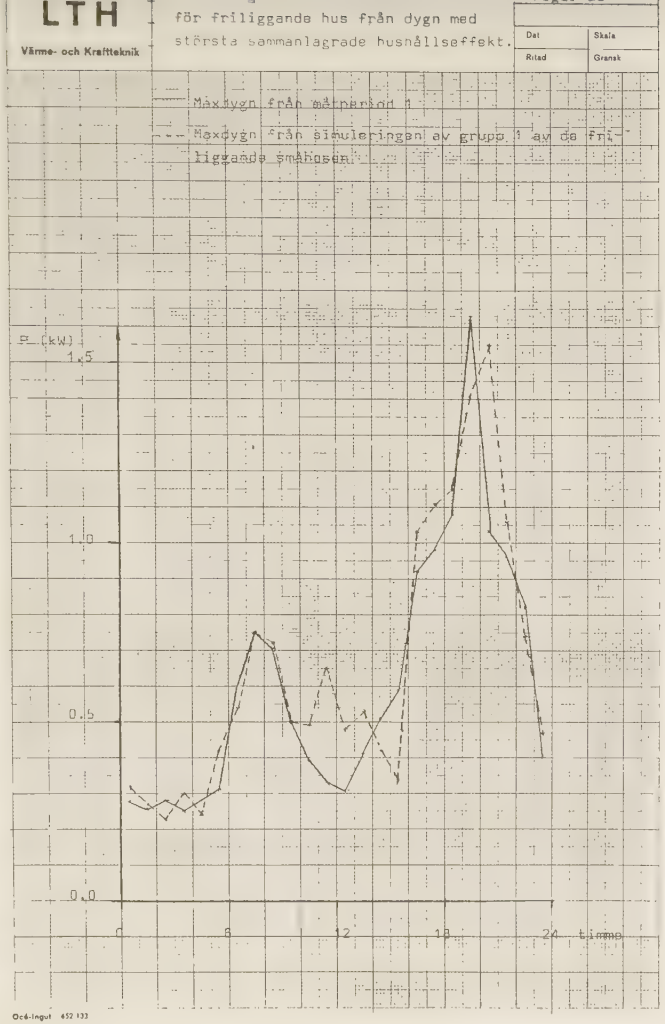
Sammanlagrad hushållseffektkurva för radhusgruppen från dygn med största sammanlagrade hushållseffekt.

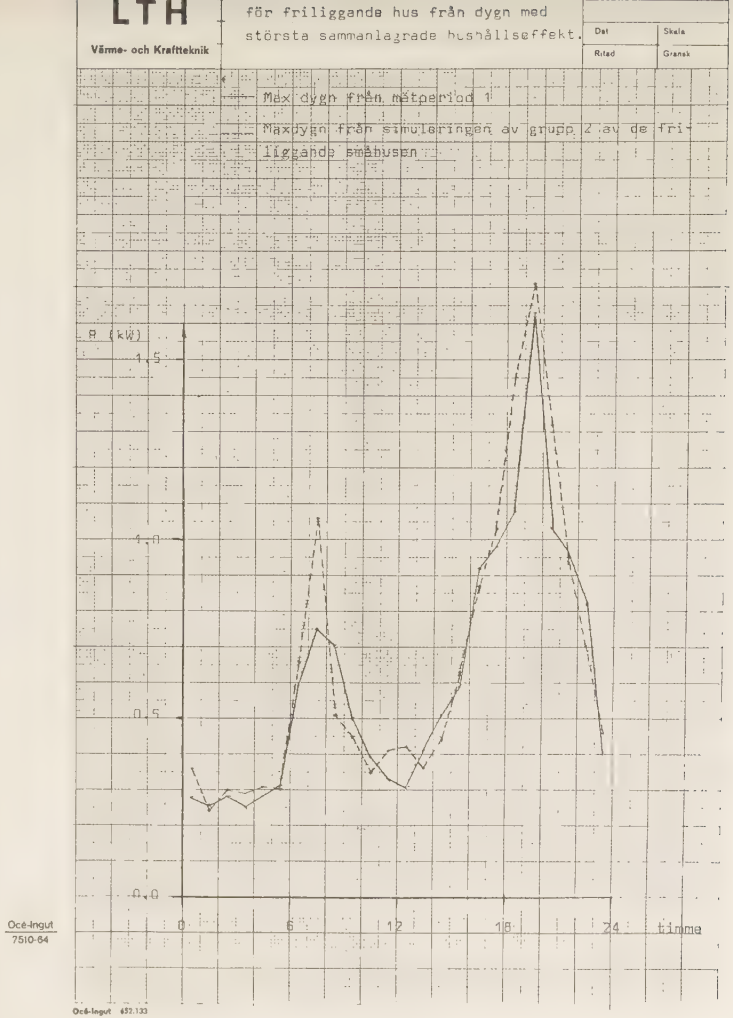
Figur 2b

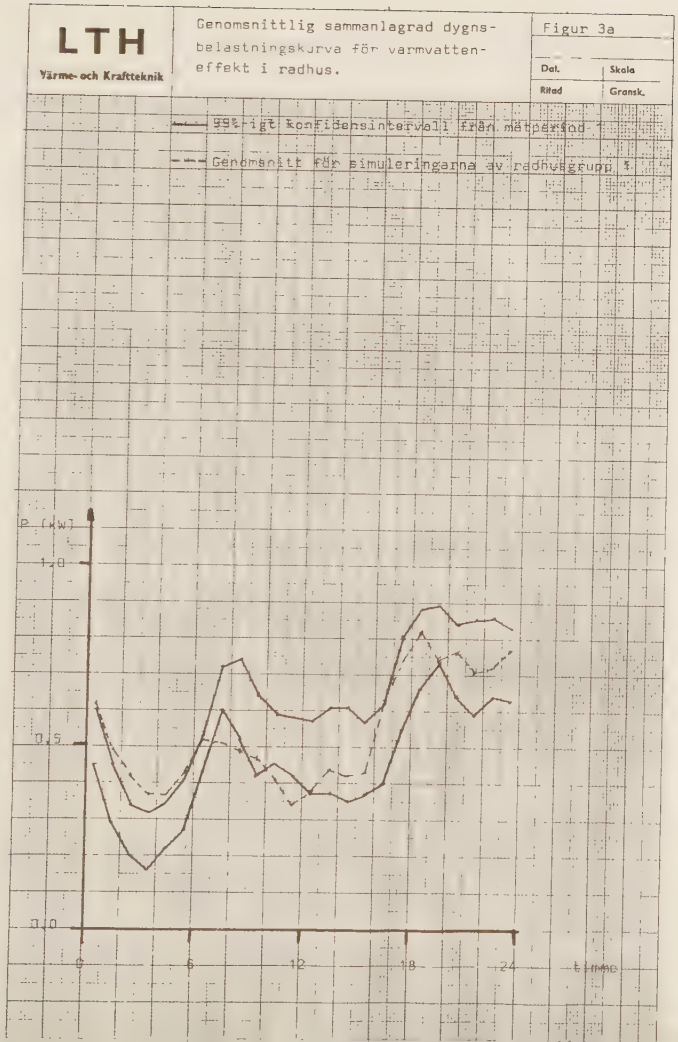
Dat	Skala
Ritad	Gransk

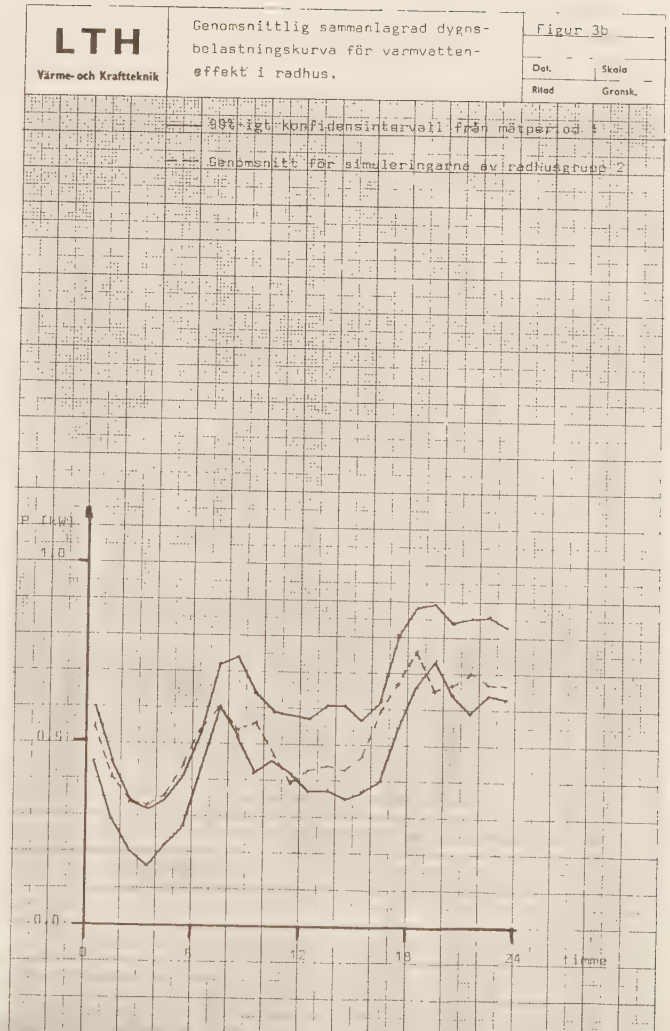


Oce Ingut
7510 64


LTH
Värme- och Kraftteknik
för friliggande hus från dygn med
största sammanlagrade husnållseffekt.
Dat
Skala
Ritad
Gransk
Maxdygn från mätperiod 1
Maxdygn från simuleringen av grupp 1 av de fri-
liggande småhusen
P (kW)
1.5
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24
timme
Océ-ingut
7510 64
Océ-ingut 652 133


LTH
Värme- och Kraftteknik
för friliggande hus från dygn med
största sammanlagrade husnållseffekt.
Dat
Skala
Ritad
Gransk
Max dygn från mätperiod 1
Maxdygn från simuleringen av grupp 2 av de fri-
liggande småhusen
P (kW)
1.5
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24
timme
Océ-ingut
7510-64
Océ-ingut 652.133


LTH
Värme- och Kraftteknik
Genomsnittlig sammanlagrad dygns-
belastningskurva för varmvatten-
effekt i radhus.
Figur 3a
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
99%-igt konfidensintervall från mätperiod 1
Genomsnitt för simuleringarna av radhusgrupp 1
P [kW]
1,0
0,5
0,0
0
6
12
18
24
timme
SIS
523 A4
73 25 01
Nr 1634


LTH
Värme- och Kraftteknik
Genomsnittlig sammanlagrad dygns-
belastningskurva för varmvatten-
effekt i radhus.
Figur 3b
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
99%-igt konfidensintervall från mätperiod 1
Genomsnitt för simuleringarna av radhusgrupp 2
P [kW]
1,0
0,5
0,0
0
6
12
18
24
timme
SIS
523 A4
73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

Genomsnittlig sammanlagrad dygns-belastningskurva för varmvatten-effekt i friliggande småhus.

Figur 3c

Dat. Skala
Ritad Gransk.

99% igt konfidensintervall från mätperiod 1

Genomsnitt för simuleringarna av småhusgrupp 1

523 A4
73 25 01
Nr 1634

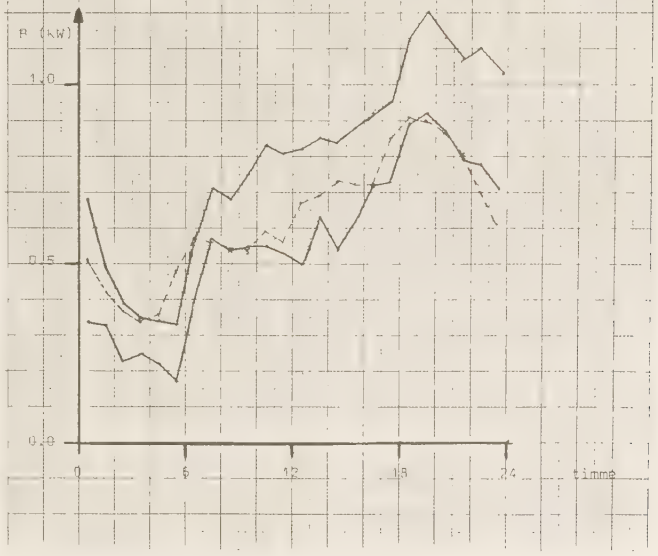
LTH
Värme- och Kraftteknik

belastningskurva för varmvatten-effekt i friliggande småhus.

Dat. Skala
Ritad Gransk.

99% igt konfidensintervall från mätperiod 1

Genomsnitt för simuleringarna av småhusgrupp 2



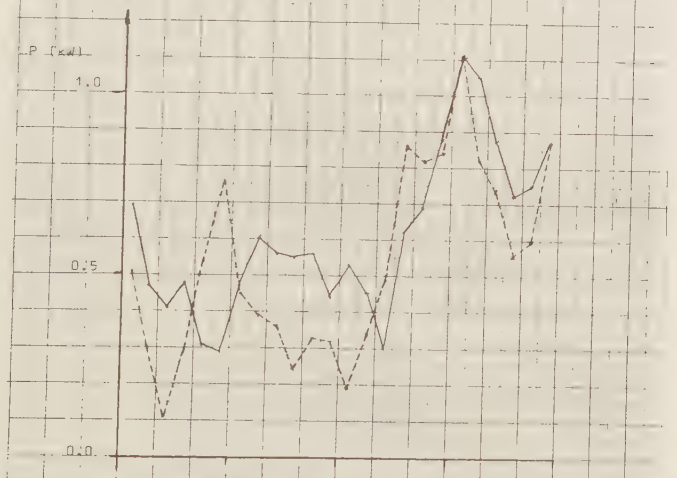
523 A4
73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

Sammanlagrad varmvatteneffekt-kurva för radhusgruppen från dygn med största sammanlagrade effekt.

Figur 4a

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.



Océ-Ingut 7510 64

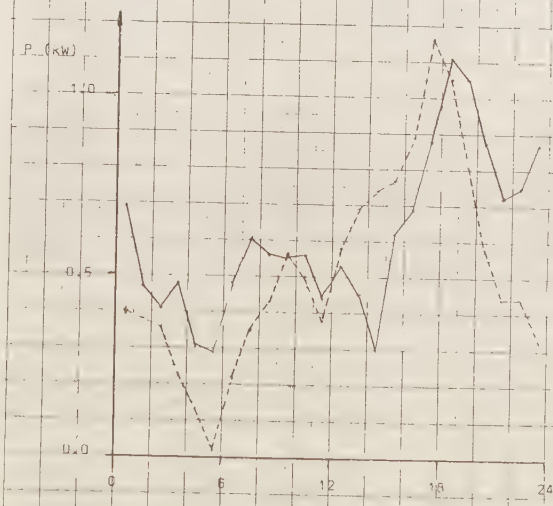
Océ Input 452 133

LTH
Värme- och Kraftteknik

Sammanlagrad varmvatteneffekt-kurva för radhusgruppen från dygn med största sammanlagrade effekt.

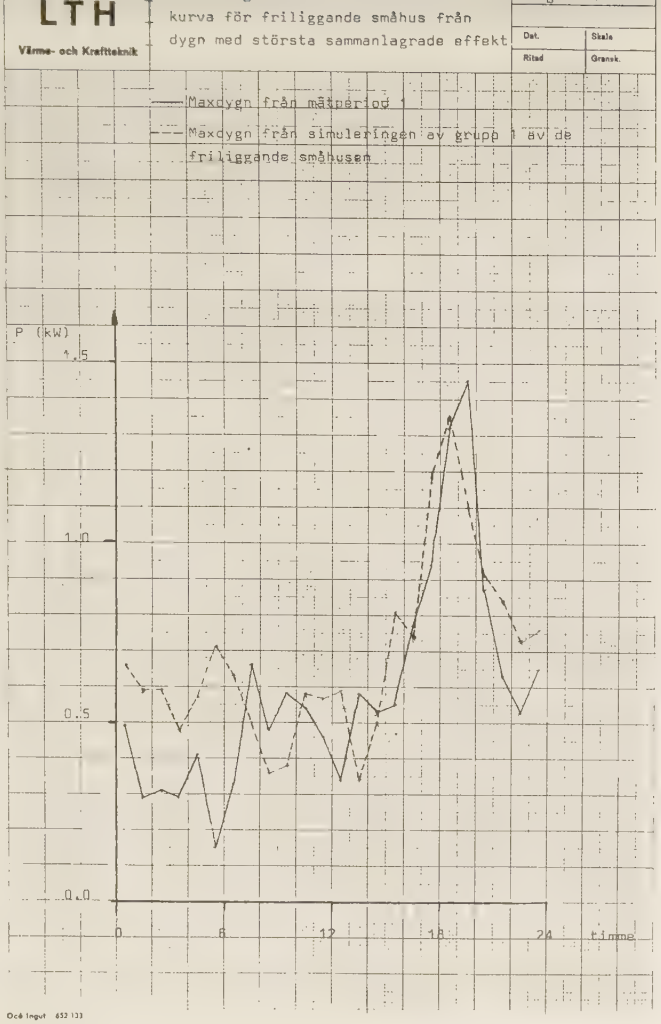
Figur 4b

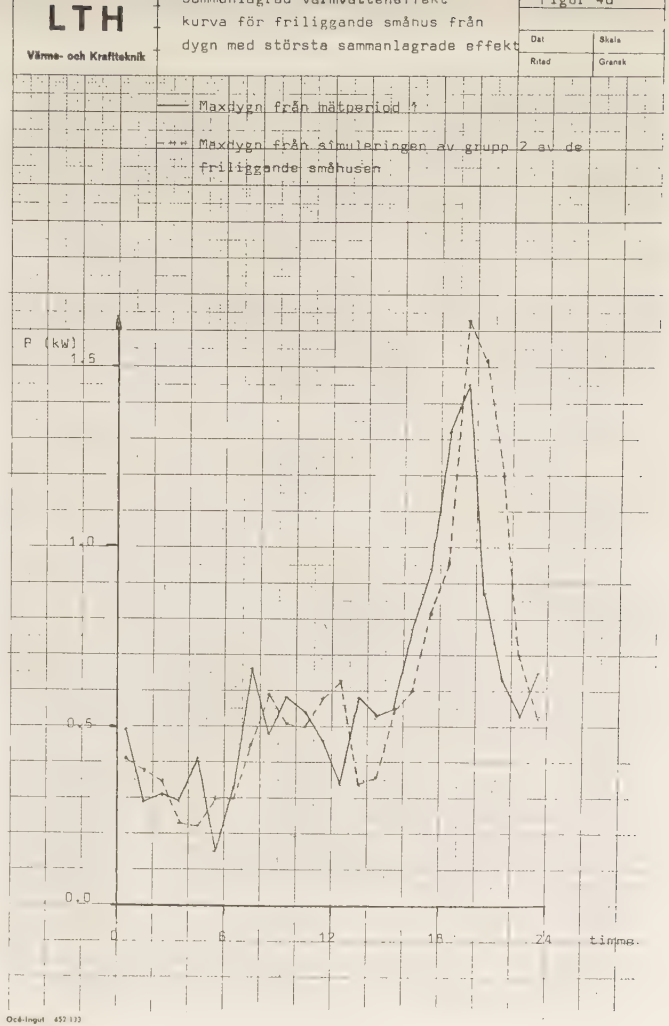
Dat	Skala
Ritad	Gransk



Océ-Ingut 7510 64

Océ Input 452 133


LTH
Värme- och Kraftteknik
kurva för friliggande småhus från
dygn med största sammanlagrade effekt
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
Maxdygn från mätperiod 1
Maxdygn från simuleringen av grupp 1 av de
friliggande småhusen
P (kW)
1.5
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24
timme
Océ-Ingut
7510-64
Océ Ingut 652 133

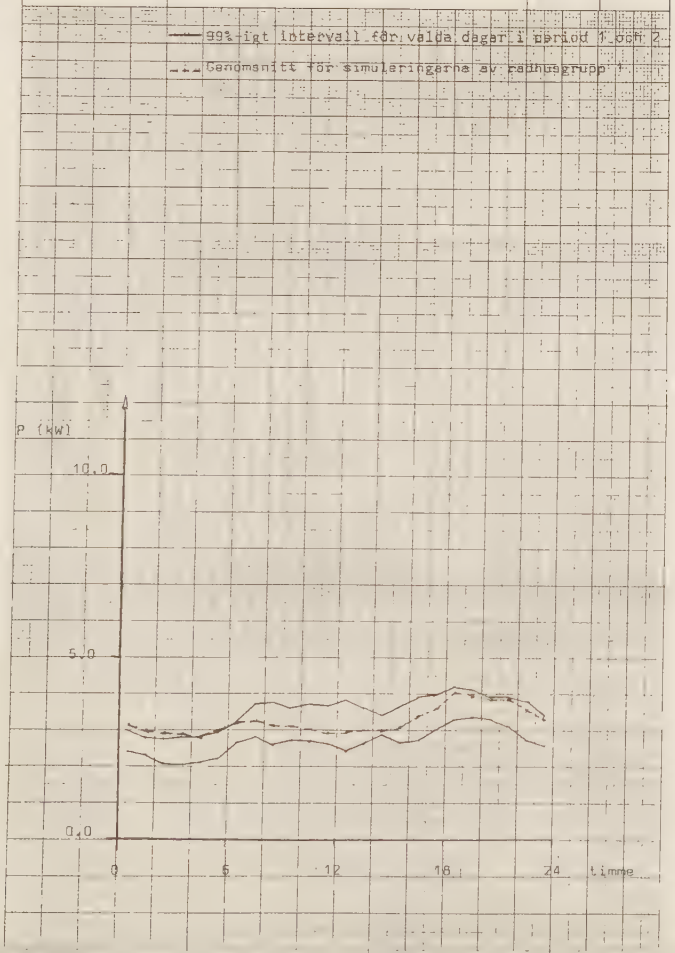

LTH
Värme- och Kraftteknik
kurva för friliggande småhus från
dygn med största sammanlagrade effekt
Figur 40
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
Maxdygn från mätperiod 1
Maxdygn från simuleringen av grupp 2 av de
friliggande småhusen
P (kW)
1.5
1.0
0.5
0.0
0
6
12
18
24
timme
Océ-Ingut
7510-64
Océ-Ingut 652 133

LTH
Värme- och Kraftteknik

Genomsnittlig sammanlagrad dygns-belastningskurva för totaleffekten i direktelvärmda radhus.

Figur 5a

Det	Skala
Ritad	Gransk



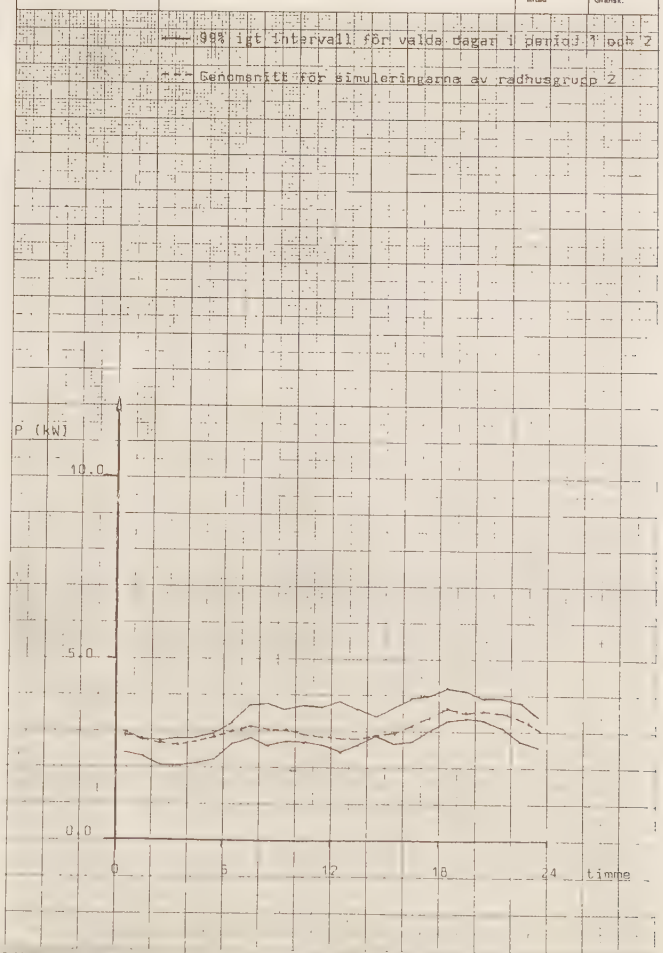
Océ-Ingut 7510-64

LTH
Värme- och Kraftteknik

Genomsnittlig sammanlagrad dygns-belastningskurva för totaleffekten i direktelvärmda radhus.

Figur 5b

Det.	Skala
Ritad	Gransk.



Océ-Ingut 7510-64

LTH
Värme- och Kraftteknik

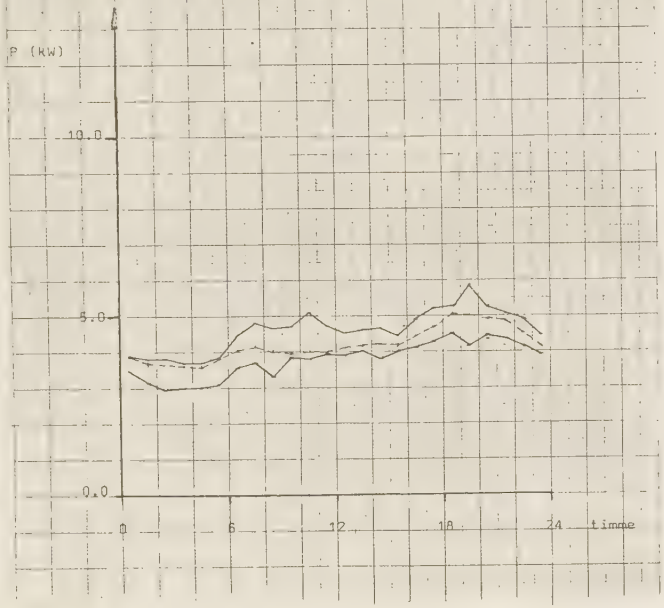
Genomsnittlig sammanlagrad dygns-belastningskurva för totaleffekten i direktelvärmda friliggande småhus.

Figur 5c

Dat	Skala
Ritad	Gransk

99%-igt intervall för valda dagar i period 1 och 2

Genomsnitt för simuleringarna av småhusgrupp 1



Océ-Ingut 7510 64

Océ-Ingut 652 133

LTH
Värme- och Kraftteknik

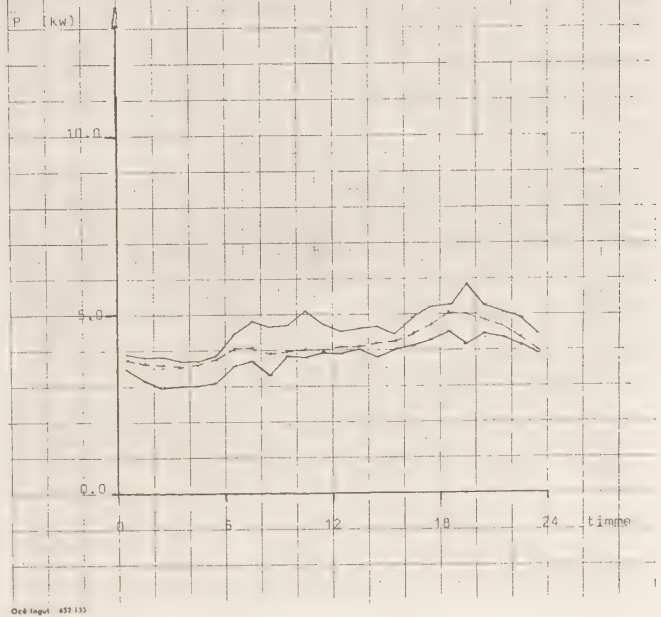
Genomsnittlig sammanlagrad dygns-belastningskurva för totaleffekten i direktelvärmda friliggande småhus.

Figur 5c

Dat	Skala
Ritad	Gransk

99%-igt intervall för valda dagar i period 1 och 2

Genomsnitt för simuleringarna av småhusgrupp 2



Océ-Ingut 7510 64

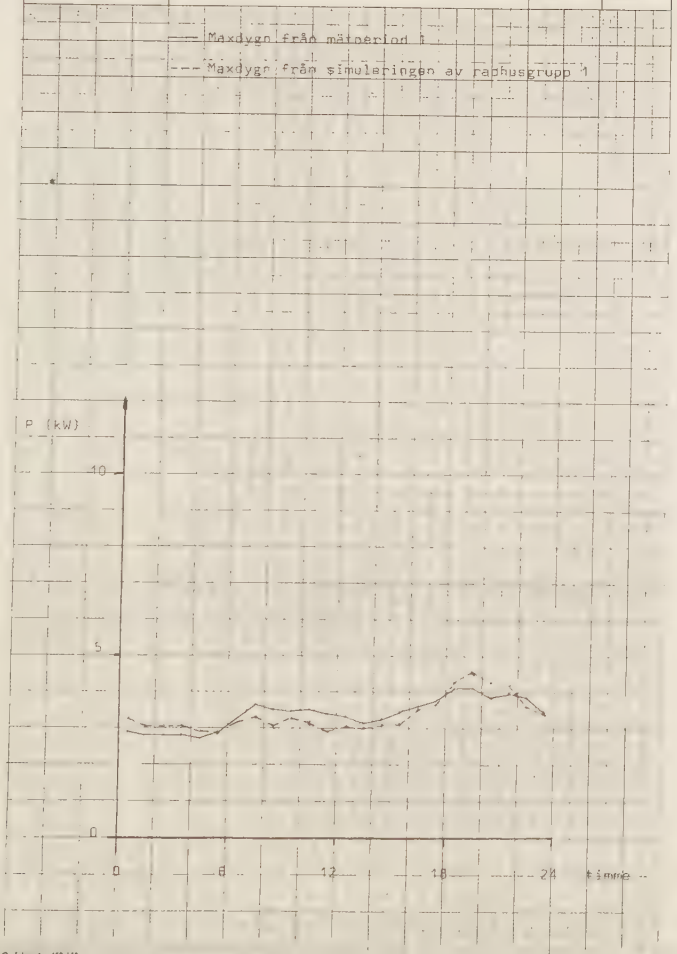
Océ-Ingut 652 133

LTH
Värme- och Kraftteknik

Sammanlagrad totaleffektkurva för radhusgruppen från dygn med största sammanlagrade effekt.

Figur 6a

Dat	Skala
Ritad	Gransk



Océ-Ingut 7510 64

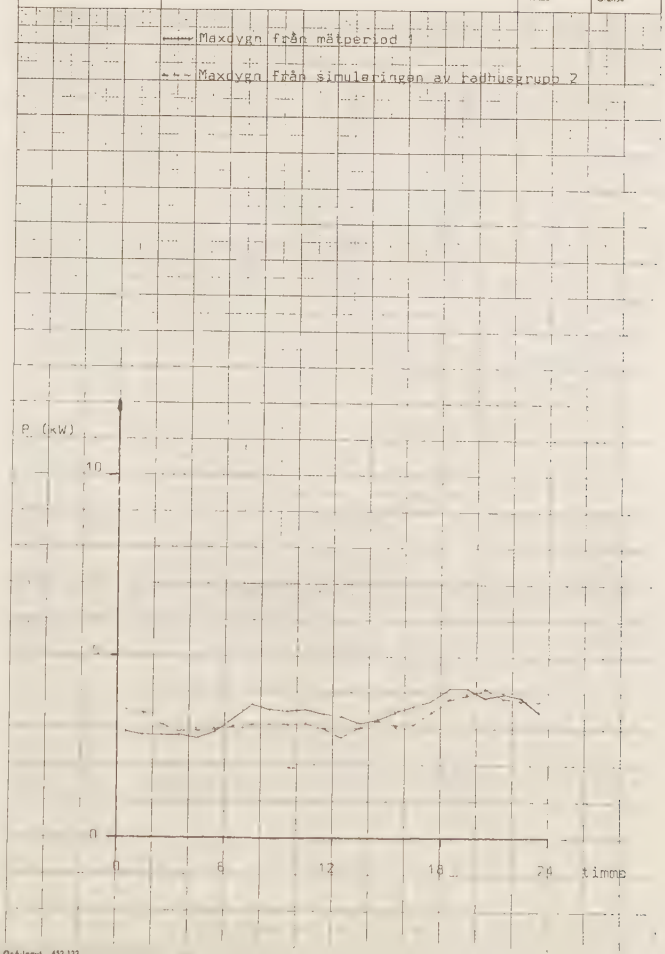
Océ-Ingut 652 133

LTH
Värme- och Kraftteknik

Sammanlagrad totaleffektkurva för radhusgruppen från dygn med största sammanlagrade effekt.

Figur 6b

Dat	Skala
Ritad	Gransk



Océ-Ingut 7510 64

Océ-Ingut 652 133

LTH

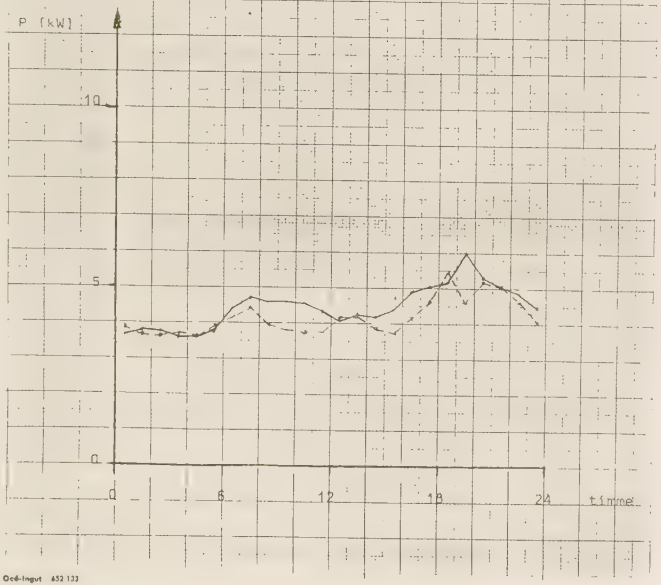
Värme- och Kraftteknik

för friliggande småhus från dygn med
största sammanlagrade effekt.

Dat	Skala
Ritad	Gransk

—— Maxdygn från mätperiod 1

- - - Maxdygn från simuleringen av grupp 1 av de friliggande småhusen



Océ-Ingut 7510 64

Océ-Ingut 652 133

LTH

Värme- och Kraftteknik

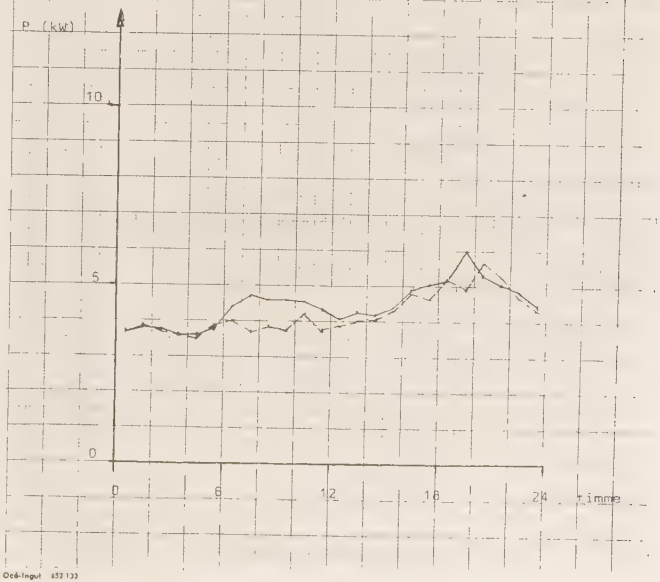
Figur 6d

Sammanlagrad totaleffektkurva
för friliggande småhus från dygn med
största sammanlagrade effekt.

Dat	Skala
Ritad	Gransk

—— Maxdygn från mätperiod 1

- - - Maxdygn från simuleringen av grupp 2 av de friliggande småhusen



Océ-Ingut 7510 64

Océ-Ingut 652 133

LTH

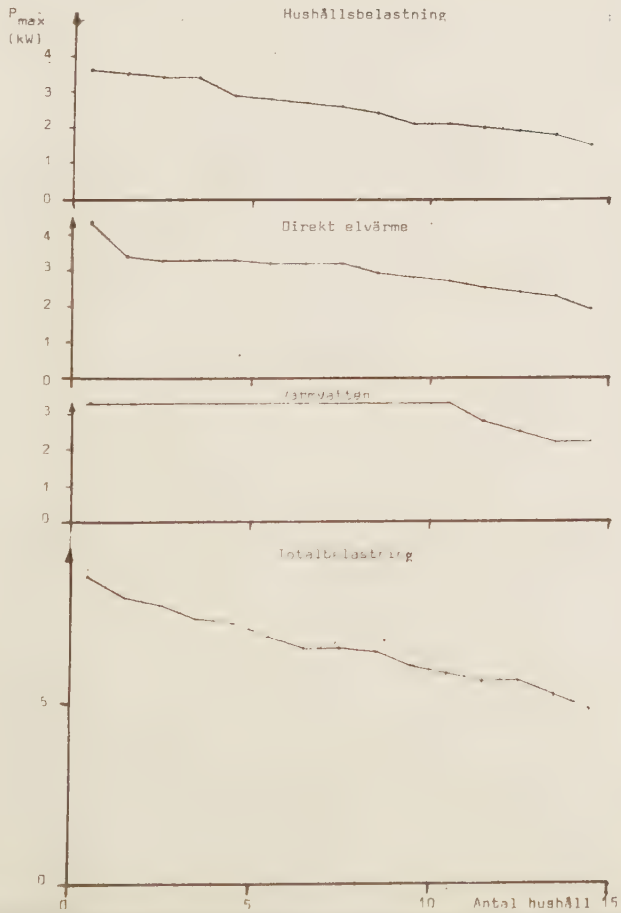
Värme- och Kraftteknik

Fördelning för de simulerade individuella maxeffekterna. Radhusgrupp 1.

Figur 7a

Dat. | Skala

Ritad | Gransk.



LTH

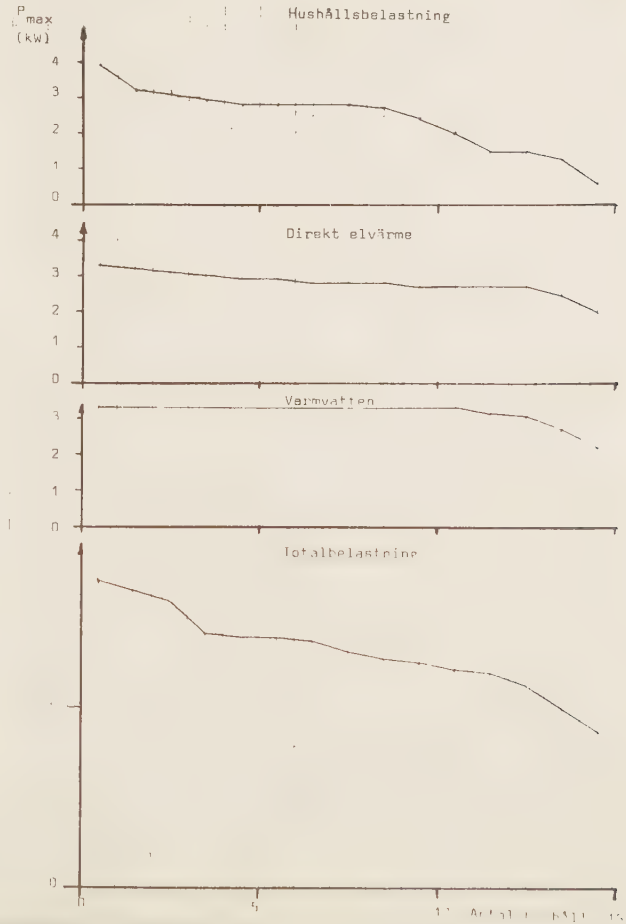
Värme- och Kraftteknik

Fördelning för de simulerade individuella maxeffekterna. Radhusgrupp 2.

Figur 7b

Dat. | Skala

Ritad | Gransk.

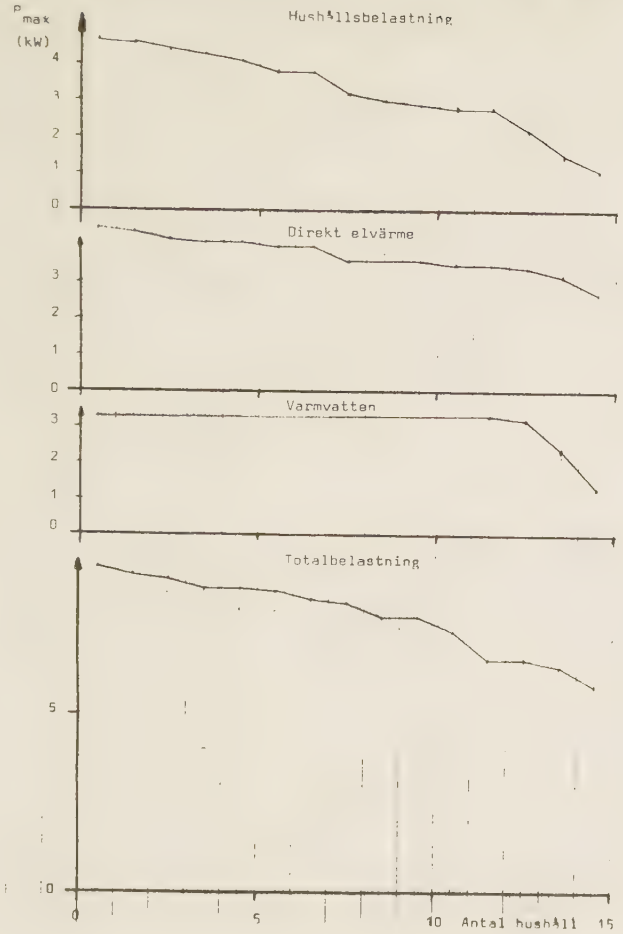


LTH

Värme- och Kraftteknik

viduella maxeffekterna. Grupp 1 av de friliggande småhusen.

Det. | Skala
Ritad | Gransk.



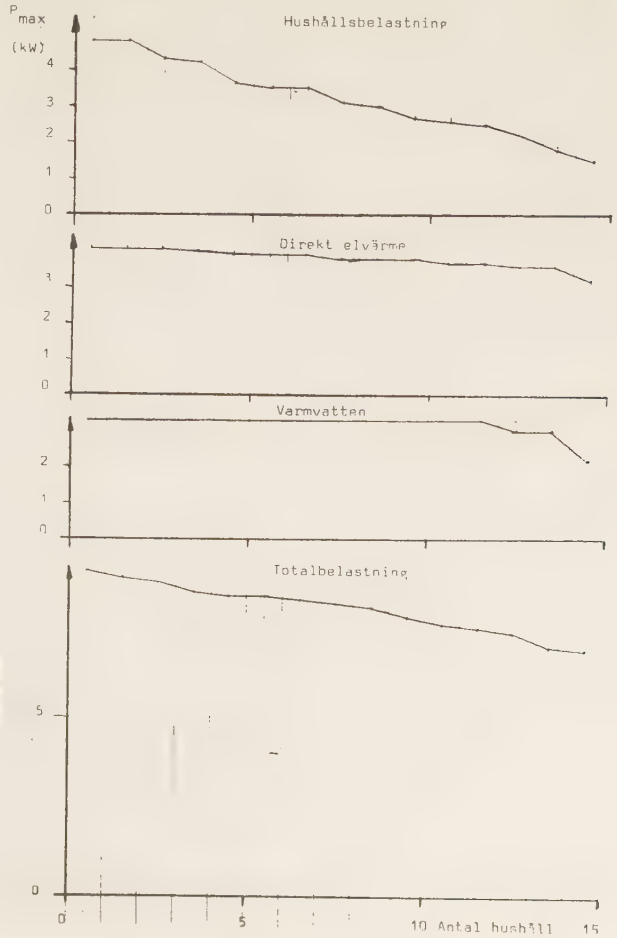
LTH

Värme- och Kraftteknik

Fördelning för de simulerade individuella maxeffekterna. Grupp 2 av de friliggande småhusen.

figur 7d

Det. | Skala
Ritad | Gransk.



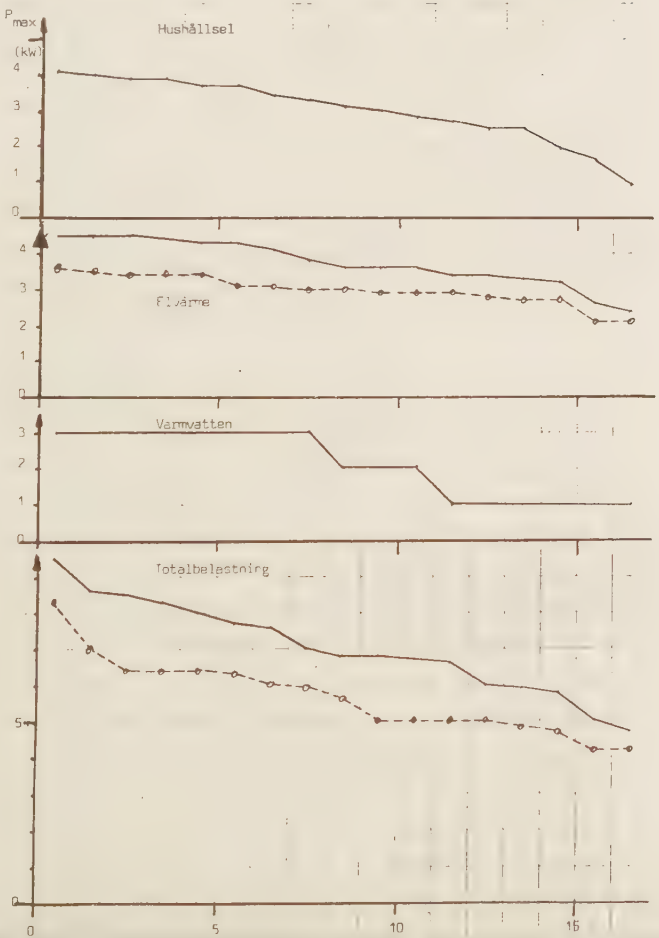
LTH

Värme- och Kraftteknik

Fördelningen för de enskilda hushållens respektive maxeffekter för radhusgruppen under mätperiod 1.

Figur 8a

Det. | Skala
Ritad | Gransk.



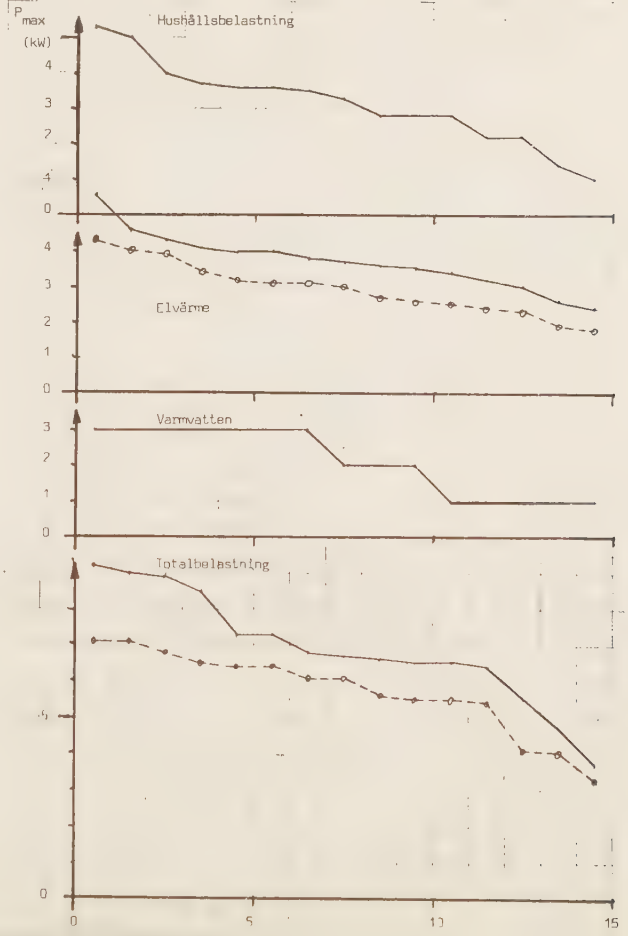
LTH

Värme- och Kraftteknik

Fördelningen för de enskilda hushållens respektive maxeffekter för radhusgruppen under mätperiod 2.

Figur 8b

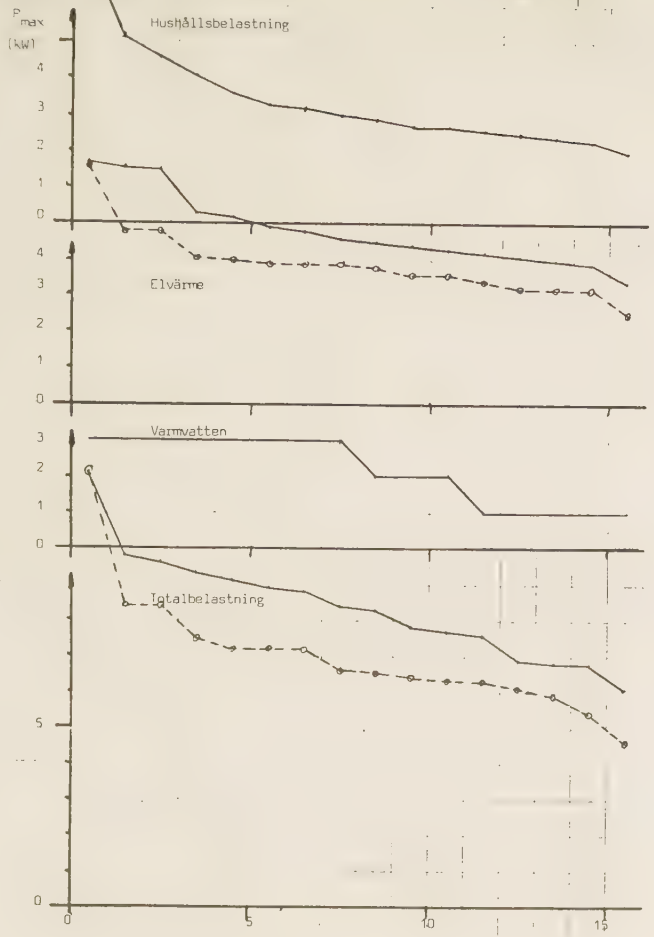
Det. | Skala
Ritad | Gransk.



LTH
Värme- och Kraftteknik

respektive maxeffekter för de friliggande småhusen under mätperiod 1

Dat. | Skala
Ritad | Gransk.

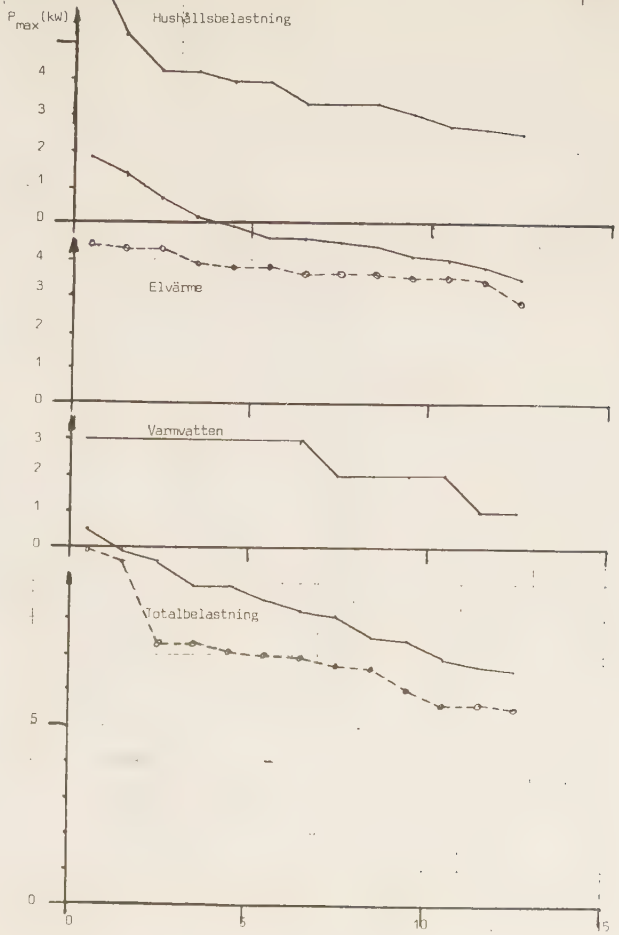


LTH
Värme- och Kraftteknik

fördelningen för de anskrivna hushållens respektive maxeffekter för de friliggande småhusen under mätperiod 2.

Figur 8d

Dat. | Skala
Ritad | Gransk.



EFFEKTBEHOV FÖR ELVÄRMDA SMÅHUS -
EN JÄMFÖRELSE MELLAN DIREKTVERKANDE- OCH
VATTENBUREN ELVÄRME

Lennart Larsson

LUTMDN/(TMVK-3115)/1-27/(1983)

Dokumentutgivare LU/LTH

Inst för Värme- och kraftteknik
Handläggare

Dokumentnamn
Rapport
Utgivningsdatum

Dokumentbeteckning
LUTMDN/(TMVK-3115)/1-27/(1983)
Ärendebeteckning

Författare
Lennart Larsson

Mars 1983

Dokumenttitel och undertitel
EFFEKTBEHOV FÖR ELVÄRMDA SMÅHUS - EN JÄMFÖRELSE MELLAN DIREKTVERKANDE- OCH VATTENBUREN ELVÄRME

Referat (sammandrag)

Inom projektet "Effektmässiga konsekvenser av energitekniska investeringar i småhus" har tidigare publicerats tre rapporter där uppmätta elektriska effekter från direkt-elvärmda småhus har analyserats, en rapport som beskriver en på de nämnda analyserna baserad datormodell för simulering av elektriska effekter från småhus och en rapport där denna datormodell verifierats.

Syftet med denna rapport är att jämföra effektbehoven från elvärmda småhus försedda med elpannor eller elradiatorer och separata varmvattenberedare. Dessutom ska de framkomna effektbehoven jämföras med tidigare givna dimensioneringsrekommendationer.

De gjorda jämförelserna visar att det sammanlagrade effektbehovet från småhusgrupper blir något större om husen har elpannor istället för elradiatorer och separata varmvattenberedare. De tidigare givna dimensioneringsrekommendationerna ligger för de elvärmda småhusen nära de effektbehov som har framkommit i denna studie, däremot verka rekommendationerna klart ha överskattat det sammanlagrade effektbehovet för småhus med enbart hushållsbelastning, vilket ger ett inte helt obetydligt utrymme för konvertering till eluppvärmning.

Referat skrivet av
Förf.

Förslag till ytterligare nyckelord

Klassifikationssystem och -klass(er)

Indextermer (ange källa)

Omfång
27 sidor

Övriga bibliografiska uppgifter

Språk
Svenska

Sekretessuppgifter

ISSN
0280-9931

ISBN

Dokumentet kan erhållas från
LTH, Inst. för Värme- och kraftteknik
Box 725, 220 07 LUND

Mottagarens uppgifter

Pris

DOKUMENTDATABLAD enligt SIS 62 10 12

SIS
DB 1

Blankett LU 11:25 1976-07

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	117
1.1	BAKGRUND	117
1.2	SYFTE	117
1.3	BEGRÄNSNINGAR	117
2	METOD	118
2.1	MODELL FÖR SIMULERING AV ELPANNEEFFEKT	118
2.2	SIMULERINGAR	119
2.3	ANALYSER	119
3	SIMULERINGSRESULTAT	121
3.1	BELASTNINGSPRESENTATION	121
3.2	SIMULERADE OCH UPPMÄTTA EFFEKTER	121
4	RESULTATDISKUSSION	122
4.1	SAMMANLAGRADE EFFEKTER	122
4.1.1	Variationer under dygnet	122
4.1.2	Jämförelser med dimensionerande effekter	122
4.1.3	Konverteringsmöjligheter	123
4.1.4	Jämförelse mellan elpannor och direktel	124
4.2	ENSKILDA MAXEFFEKTER	125
5	SLUTSATSER	126

LITTERATURFÖRTECKNING återfinns i avhandlingen

BILAGA 1	Flödesschema för simulering av elpannebelastning	127
BILAGA 2	Dimensionerande utetemperatur DUT 1 (1-dygns-medeltal) för trähus och DUT 5 (5-dygnsmedeltal) för stenhus samt graddagar (G)	128

FIGURER 1-15

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Inom projektet "Effektmässiga konsekvenser av energitekniska investeringar i småhus" har tidigare presenterats en datormodell som simulerar de elektriska belastningarna, timme för timme, från direktelvärmda småhus (14). Denna modell bygger på mätningar från småhusområdet Bua-Västergård i Göteborg. Modellen har visats vara väl lämpad för att simulera de sammanlagrade effekterna från grupper av småhus under dygn med liten variation i utomhustemperaturen (15). Samtidigt visade det sig att modellen underskattar vissa extrema enskilda effekter.

Nästa steg i det ovan nämnda projektet är att studera skillnaderna mellan direkt elvärme och vattenburen sådan, sett ur elleverantörens synpunkt. På grund av brist på användbara mätningar på småhus med elpannor måste denna jämförelse bygga på simulerade effekter.

1.2 SYFTE

Denna rapport syftar till att, med hjälp av simulerade exempel, visa skillnader i effektbehov mellan grupper av småhus som värms med elpannor och grupper av småhus som är försedda med elradiatorer och separata elektriska varmvattenberedare. Samtidigt ska skillnaderna mellan dimensioneringsrekommendationer för hushållseffekt och verklig hushållseffekt ligga till grund för en diskussion om möjligheterna att konvertera småhus med oljepanna till eluppvärmning.

1.3 BEGRÄNSNINGAR

Vid alla jämförelser förutsätts att de elpannevärmda småhusen har samma energimässiga behov av värme och varmvatten som de direktelvärmda husen.

Indata för simulering av hushållseffekt finns för närvarande endast för vardagsdygn. Därför kommer resultaten från de simuleringar där hushållseffekten simulerats endast att vara giltiga för vardagsdygn. Däremot kommer resultaten från de simuleringar

där uppmätta effekter från direktelvärmda småhus använts som indata till elpannemodellen att vara giltiga för alla veckodagar.

Indata till simulering finns endast för två hustyper, radhus på 116 m^2 och friliggande hus på 131 m^2. Därför kommer inga försök till generaliseringar till andra typer eller storlekar av hus att göras.

Vid alla simuleringar av direktelvärmda småhus antas att husen är försedda med tre-stegs varmvattenberedare.

2 METOD

2.1 MODELL FÖR SIMULERING AV ELPANNEEFFEKT

För att underlätta jämförelserna av de olika sätten att omvandla elen till värme och varmvatten, kommer samma husgrupper att användas vid simuleringen av elpanneeffekt som vid simulering av effekten från direkt elvärme. Antas då att tidigare simulerad eller uppmätt effekt till elradiatorer svarar mot hushållets behov av värmetillförsel och att de tidpunkter då den simulerade eller uppmätta varmvattenberedaren slår till svarar mot de tider då varmvattenförbrukning sker, så kan följande mycket enkla modellansats för en elpannas beteende ställas upp. Huset tillförs lika stor värmeeffekt via elpannan som det görs i fallet direkt elvärme. Vid tidpunkten för tillslag hos den elektriska varmvattenberedaren i fallet direktel så slår elpannan till med en effekt som, om så är möjligt, ligger ett steg över det steg som arbetar innan på grund av husets värmebehov. Detta effektläge behåller pannan sedan tills den tillfört vattnet lika mycket energi som motsvarande separata elektriska varmvattenberedare gör innan den slår ifrån.

Denna enkla modell har kodats till ett datorprogram, vars flödesschema visas i bilaga 1. I de kommande simuleringarna har elpannan antagits arbeta i tre steg. Dessa steg har effekterna 6, 3 och 3 kW. Ett exempel på modellens beteende visas i figur 1. Här ser man effektbehovet för värme och varmvatten hos ett friliggande småhus vid en konstant utomhustemperatur på -20 ^{o}C, dels försett med elpanna dels försett med direktverkande elvärme och separat elektriska varmvattenberedare.

2.2 SIMULERINGAR

De indata som elpannemodellen ska arbeta med är, vilket tidigare nämnts, antingen uppmätta eller simulerade effektbehov från småhus med direkt elvärme. Då tillgång finns till uppmätta effekter från direktelvärmda småhus kommer dessa data naturligtvis att användas i en simuleringsomgång. En brist i dessa mätvärden är att de kommer från en mild vinter utan perioder av sträng kyla. Därför måste effekterna från direktelvärmda småhus under en kall period simuleras, varefter dessa värden används som indata till elpannemodellen i en andra simuleringsomgång.

Den första simuleringsomgången kommer att gälla effekterna från två småhusgrupper under två på varandra följande mätperioder. Under den första mätperioden, som varade i 27 dygn, ingick 17 radhus och 16 friliggande hus i de två grupperna. Den andra mätperioden varade i 33 dygn och här hade husgrupperna minskat till 15 radhus och 13 friliggande. Resultatet av att vi har tillgång till två grupper hus under två perioder blir att första simuleringsomgången kommer att omfatta fyra simuleringar, där både vardagar och veckoslut ingår.

I den andra simuleringsomgången har valts att simulera de elektriska effekterna under en kall period. Med kall period avses en period med en konstant utomhustemperatur på -20 ^{o}C. Valet av denna temperatur grundar sig på att den ligger nära den dimensionerande utetemperaturen (se bil. 2) för trähus i klimatzonerna III och IV. För att dessutom få fram inverkan av småhusgruppens storlek, så har här valts att simulera effekten från tio grupper om tio friliggande småhus vardera under en tid av fem vardagsdygn. De simulerade effekterna från dessa tio grupper har sedan kombinerats så att effekterna från 5 grupper om 20, 2 grupper om 50 och 1 grupp om 100 hushåll har erhållits.

2.3 ANALYSER

De tre huvudintressenterna då det gäller elenergianvändningen i småhus är de boende, den lokala elleverantören och råkraftproducenterna. De boende intresserar sig mest för att få energi, när de behöver, och naturligtvis till så låg kostnad som möjligt. Deras intressen kommer överhuvudtaget inte att behandlas i det följande,

men följer ändå delvis av övervägandena rörande eldistributören och elproducenten eftersom en rationell drift hos dessa båda huvudintressenter borde komma de boende till del såväl i form av minskade kostnader för överutbyggnad och minskad risk för leveransstörningar.

Elproducenterna är intresserade av den sammanlagrade totalbelastningen från småhusgrupperna och dess förlopp i tiden i förhållande till stamnätets övriga belastning. Detta förhållande karakteriserar man ofta med begreppet överlagring, där den överlagrade effekten är lika med den effekt som grundlastens maxvärde ökar med på grund av den tillkommande belastningen. Vid överlagring på stamnätets belastning anses (2) den största av den tillkommande belastningens effekter under timmarna 9 och 16 vara lika med den tillkommande belastningens överlagrade effekt.

Den lokala eldistributörens intresse ägnas huvudsakligen åt belastningen på kritiska punkter i det lokala elnätet. Dessa punkter ligger ofta då det gäller småhusgrupper på s.k. nätstationsnivå. En nätstation försörjer grupper av konsumenter med el. Gruppstorleken kan variera allt från något tiotal hushåll upp till ett par hundra, men sedan länge anses sammanlagringen vara fullbordad efter några tiotal hushåll. Därför har här valts att inte studera större grupp än en med 100 hushåll. Den kritiska belastningen som kommer att studeras är dels den största sammanlagrade totaleffekten, dels den största sammanlagrade rena hushållseffekten. Dessa maxvärden kommer sedan att jämföras med de dimensionerande effekter som angetts i referens 18.

De utsagor, som en studie av denna typ, kan resultera i kan inte vara helt säkra. För att ändå få ut något får man försöka att ange graden av säkerhet för varje slutsats. En första uppdelning bör gälla vad som gäller generellt och vad som endast gäller de studerade objekten. Därefter kan inom dessa båda huvudgrupper en slutsats vara:

- Analytiskt preciserad och statistiskt säkerställd
- Analytiskt preciserad med stöd från empiri eller teori
- Given i relativa termer med stöd från empiri eller teori

3 SIMULERINGSRESULTAT

3.1 BELASTNINGSPRESENTATION

Samtliga simulerade effekter utgörs av 1-timmes medeleffekter. Detta innebär att den korrekta presentationsformen hade varit i form av stapeldiagram, men det har visat sig att stapeldiagram blir relativt röriga och svårförstådda. Därför redovisas belastningarna så att 1-timmes medeleffekten markerats i mitten på den aktuella timmen, varefter de markerade punkterna sammanbundits till en kurva.

3.2 SIMULERADE OCH UPPMÄTTA EFFEKTER

I figur 2 och 3 visas exempel på uppmätta sammanlagrade totaleffekter från det direktelvärmda småhusområdet Bua-Västergård. I samma figurer har den simulerade totaleffekten från samma hus som tidigare, men nu försedda med elpannor i stället för direktel, också lagts in. De kurvor som visas kommer från de dygn, då respektive grupp uppnådde sin största sammanlagrade effekt.

Figur 4-7 visar hur de enskilda maxeffekterna fördelade sig för de två husgrupperna under var och en av de båda mätperioderna. De maxeffekter som redovisas är dels totaleffekterna för både direktelvärmda hus och elpannevärmda hus dels de rena elpanneeffekterna.

Härefter övergås till de helt igenom simulerade effekterna från den kalla perioden. Figur 8-10 visar de simulerade sammanlagrade totaleffekterna från det dygn och den grupp där den största sammanlagrade effekten uppträder för gruppstorlekarna 10, 20 och 50 friliggande småhus. I figur 11 visas dels hur totaleffektens genomsnitt under 5 dygn varierar dels hur totaleffekten varierar under det dygn då den största effekten uppträder, för gruppen med 100 småhus.

Maxeffekterna från figurerna 8-11 har sammanfattats i figur 12, som dessutom kompletterats med de minsta observerade dygnsmaxeffekterna. Denna komplettering har gjorts för att ge en visuell bild av spridningen hos de sammanlagrade dygnsmaxeffekterna.

4 RESULTATDISKUSSION

4.1 SAMMANLAGRADE EFFEKTER

4.1.1 Variationer under dygnet

De sammanlagrade maxeffekterna från husgrupperna med elpannor är så gott som alltid större än motsvarande värden från samma husgrupper med direktverkande elradiatorer och separata trestegs elektriska varmvattenberedare. Den sammanlagrade morgontoppen är också klart större hos de elpannevärmda husen.

Skillnaderna mellan dygnsmax och dygnsmin är betydligt större hos husen med elpannor än motsvarande skillnad hos husen med direktel. Vid små grupper ligger skillnaden mellan dygnsmax och dygnsmin nära 100 % högre för husen med elpannor jämfört med direktelhusen. Denna skillnad minskar med ökande gruppstorlek så att den vid gruppen med 100 hus är nere strax under 40 %. Överhuvudtaget varierar belastningen mer under dygnet hos husen med elpannor.

Under de timmar då det svenska stamnätet har låglast ligger den sammanlagrade effekten från grupperna med elpannor lägre än den sammanlagrade effekten från småhusgrupperna med direktverkande elvärme. Detta är däremot inte fallet under de timmar då stamnätet har sin maxbelastning. Här visar det sig att effekterna från hus med elpannor och hus med direktel har ungefär samma värde, vilket innebär att den överlagrade effekten blir densamma oavsett sättet att omvandla el till värme och varmvatten.

4.1.2 Jämförelser med dimensionerande effekter

I referens 18 redovisas dimensionerande effekt som funktion av antalet småhus i en grupp, både för ren hushållsbelastning och för elvärmda småhus. Ett enkelt sätt att jämföra dessa kurvor med de simulerade maxeffekterna, vilka visas i figur 12, är att rita in dem i samma figur. Då de givna dimensionerande effekterna också redovisas i matematisk form verkar det intressant att försöka finna en liknande kurva som nära ansluter till de simulerade värdena. Detta har resulterat i tre ekvationer:

$P_{max} = 7{,}9 + 5{,}2/\sqrt{n}$ för direktelvärmda hus

$P_{max} = 7{,}8 + 9{,}0/\sqrt{n}$ för hus med elpannor

$P_{max} = 0{,}95 + 2{,}6/\sqrt{n}$ för ren hushållsbelastning

För jämförelse mellan gjorda observationer och de framtagna ekvationerna visas nedanstående tabell

	Direktel		Elpannor		Hushållsel	
n	P_{obs}	P_{ekv}	P_{obs}	P_{ekv}	P_{obs}	P_{ekv}
10	9,5	9,5	10,7	10,7	1,8	1,8
20	9,0	9,1	9,6	9,8	1,5	1,5
50	8,6	8,6	9,0	9,1	1,3	1,3
100	8,4	8,4	8,7	8,7	1,2	1,2

De givna dimensionerande effekterna har lagts in i figur 13 tillsammans med kurvorna för de ovan visade ekvationerna. Här syns att de simulerade maxeffekterna för de elvärmda friliggande småhusen ligger nära de givna dimensionerande effekterna. Den största observerade totalbelastningen från de gjorda mätningarna ligger betydligt lägre, men detta förklaras av att mätningarna gjordes under en mild vinter. Däremot ligger den uppmätta hushållsbelastningens maxvärde precis på den kurva som beskriver de simulerade maxeffekterna som funktion av gruppstorleken. Denna kurva ligger betydligt lägre än de givna dimensionerande effekterna för denna typ av belastning. Här är det viktigt att tänka på att det vid hus utan elvärme tillkommer en viss eleffekt från cirkulationspump och oljebrännare. Dessa behov ligger dock väsentligt lägre än den framkomna skillnaden, vilket innebär att en stor del av denna skillnad kan utnyttjas för att konvertera oljevärmda hus till elvärme.

4.1. 3 Konverteringsmöjligheter

I det föregående har visats att de elnät som dimensionerats, enligt de anvisningar som finns i referens 18 för ren hushållsbelastning har erhållit en betydande överkapacitet. Denna överkapacitet kan utnyttjas så att man tillåter en del konsumenter att konvertera till elvärme. Den tillgängliga överkapaciteten är:

$P_{över} = P_{dim,\ hushåll} - P_{verklig,\ hushåll}$

och den tillkommande elvärmeeffekten blir:

$P_{tillk} = P_{verklig,\ elvärme} - P_{verklig,\ hushåll}$

Det största antalet konverteringar som kan tillåtas utan att förstärka nätet är så många att:

$P_{över} = P_{tillk}$

För att exemplifiera vad detta kan ge används den i referens 18 givna dimensionerande hushållseffekten som ett mått på $P_{dim,\ hushåll}$ och den linje som tidigare tagits fram i denna rapport som ett mått på $P_{verklig,\ hushåll}$. Detta ger möjlighet att konvertera n_{ep} st hushåll till uppvärmning med elpannor. Effektbehovet för elpannorna, $P_{verklig,\ elvärme}$, sättes lika med den ekvation som tidigare redovisats i rapporten. Ursprungsgruppen antas innehålla n_h hushåll. Detta ger följande likhet om all tillgänglig överkapacitet ska utnyttjas:

$$(1{,}9 + 5/\sqrt{n_h})n_h - (0{,}95 + 2{,}6/\sqrt{n_h})n_h = (7{,}8 + 9/\sqrt{n_{ep}})n_{ep} -$$

$$- (0{,}95 + 2{,}6/\sqrt{n_{ep}})n_{ep}$$

Denna ekvation kan förenklas varvid antalet tillåtna elkonverteringar n_{ep} erhålles som en funktion av totala antalet hushåll i gruppen. Denna funktion visas grafiskt i figur 14. Därur framgår att den tillåtna andelen konverteringar ligger strax under 15 % av totala antalet hushåll.

4.1.4 Jämförelse mellan elpannor och direktel

Vid de tidigare diskuterade simuleringarna visade det sig att de sammanlagrade effekterna från de elpannevärmda småhusen så gott som alltid hade större maxeffekt än motsvarande belastningar från grupper med direktel. Detta kan väl knappast sägas vara något överraskande resultat. Många hade säkert väntat sig betydligt större skillnader. För att åskådliggöra hur stora skillnaderna kan vara och hur de varierar med gruppstorleken följer här ett exempel. Den relativa skillnaden i sammanlagrad maxeffekt tecknas som:

$$\frac{P_{ep,\,max} - P_{direktel,\,max}}{P_{direktel,\,max}} = \frac{7{,}8 + 9{,}0/\sqrt{n} - 7{,}9 - 5{,}2/\sqrt{n}}{7{,}9 + 5{,}2/\sqrt{n}}$$

Denna relativa skillnad som funktion av antalet hushåll, n, visas i figur 15. Dessa skillnader får inte tas som någon absolut sanning, men de indikerar att man får räkna med en något större sammanlagrad maxeffekt från småhusgrupper med elpannor än från småhusgrupper med direktel. Detta gäller även för relativt stora småhusgrupper.

4.2 ENSKILDA MAXEFFEKTER

Ur referens 15, där tillförlitligheten, hos den modell som simulerar effekterna från direktelvärmda småhus, testas, visade det sig att modellen underskattar vissa extrema enskilda maxeffekter. Därför kommer endast de enskilda extremvärdena som härstammar från de gjorda mätningarna på direktelvärmda hus och de simulerade hus med elpannor som haft de gjorda mätningarna som indata, att beröras här.

Då de gjorda mätningarna kommer från en mild vinter måste stor försiktighet tillrådas vid bedömningen av de enskilda maxeffekternas absolutvärden. Däremot bör det vara möjligt att göra relativa jämförelser mellan hushåll med elpannor och hushåll med direktel.

Maxeffekterna från småhusen med elpannor är väsentligt större än de maxeffekter som de direktelvärmda småhusen kommer upp i. Detta förhållande är helt naturligt med tanke på att elpannorna arbetar med större effektsteg, i detta fall 6, 3 och 3 kW, än de direktverkande elradiatorerna, ungefär 15 st om 1 kW. I radhusgruppen har inget hushålls elpanna utnyttjat sin installerade effekt och i gruppen med friliggande småhus har endast ett hus kommit upp i elpannans installerade effekt, vilken var 12 kW. Under en kallare vinter är risken stor att nästan alla småhusens elpannor vid något tillfälle kommer att utnyttja sin installerade effekt. Detta innebär att maxeffekten för alla hushåll, utom ett i den friliggande småhusgruppen, som är försedda med elpannor kommer att öka med 3 kW. Motsvarande effektökning för de direktelvärmda småhusen torde i

genomsnitt ligga runt 1,5 kW för radhusen och 2 kW för de friliggande husen, men här får man vara beredd på stora variationer mellan olika hushåll. Resultatet av detta blir troligen att under en kall vinterperiod kommer skillnaden mellan de största enskilda maxeffekterna hos elpanne- och direktelhus att bli mindre än de skillnader som framkommit i denna studie.

5 SLUTSATSER

Den genomförda studien har endast omfattat två typer av småhus dessutom från samma bostadsområde. Därför kan resultaten inte betraktas som generella. Studien har ej heller varit så ingående att några statistiskt säkerställda resultat kan visas. Det torde därför inte vara särskilt meningsfullt att ge några analytiskt preciserade värden för effekterna från småhus med elpannor. Däremot finns det viss grund för att peka på följande likheter och skillnader mellan det effektmässiga beteendet hos småhusgrupper med elpannor och småhusgrupper med direktverkande elvärme.

- Den sammanlagrade maxeffekten från småhusgrupper med elpannor blir något större än motsvarande effekt från småhusgrupper med direktverkande elvärme.

- Skillnaderna mellan sammanlagrat dygnsmax och dygnsmin är betydligt större hos de elpannevärmda småhusen.

- Vid överlagring av den sammanlagrade effekten från någon av de elvärmda småhusgrupperna på stamnätets belastning visar det sig att under de timmar då nätet har dygnsmax är belastningen från direktelvärmda och elpannevärmda småhus ungefär lika.

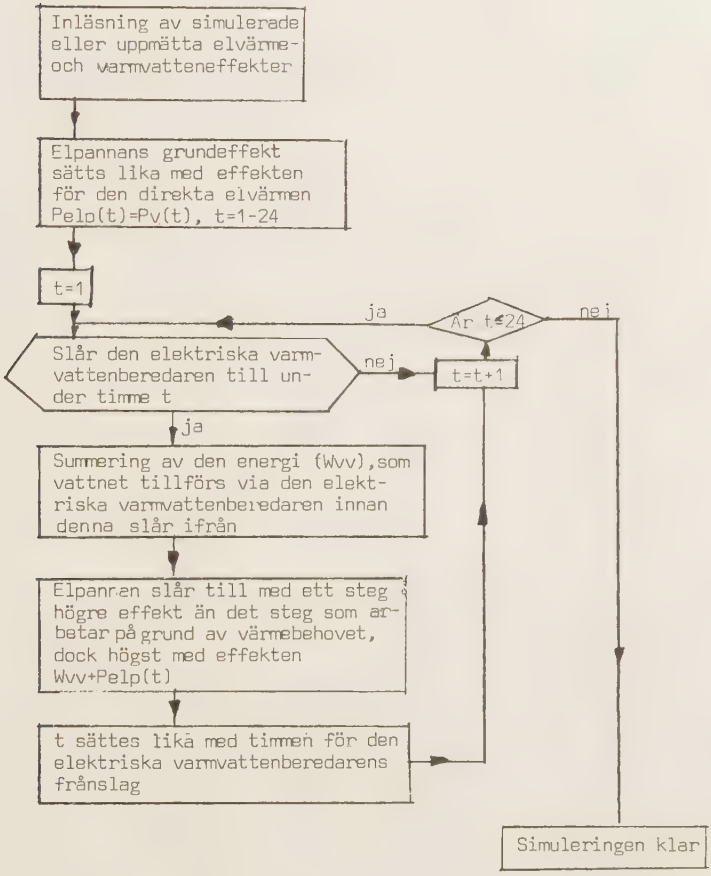
- Tidigare givna dimensioneringsanvisningar för elvärme verkar rimliga för friliggande småhus av den typ som studerats.

- Tidigare givna dimensioneringsanvisningar för ren hushållsbelastning är så tilltagna att de nät som dimensionerats enligt dessa tål en inte helt obetydlig andel konverteringar till elvärme.

- De enskilda maxeffekterna blir betydligt större för småhus med elpannor än för småhus med direktel.

Bilaga 1

Flödesschema för simulering av elpannebelastning

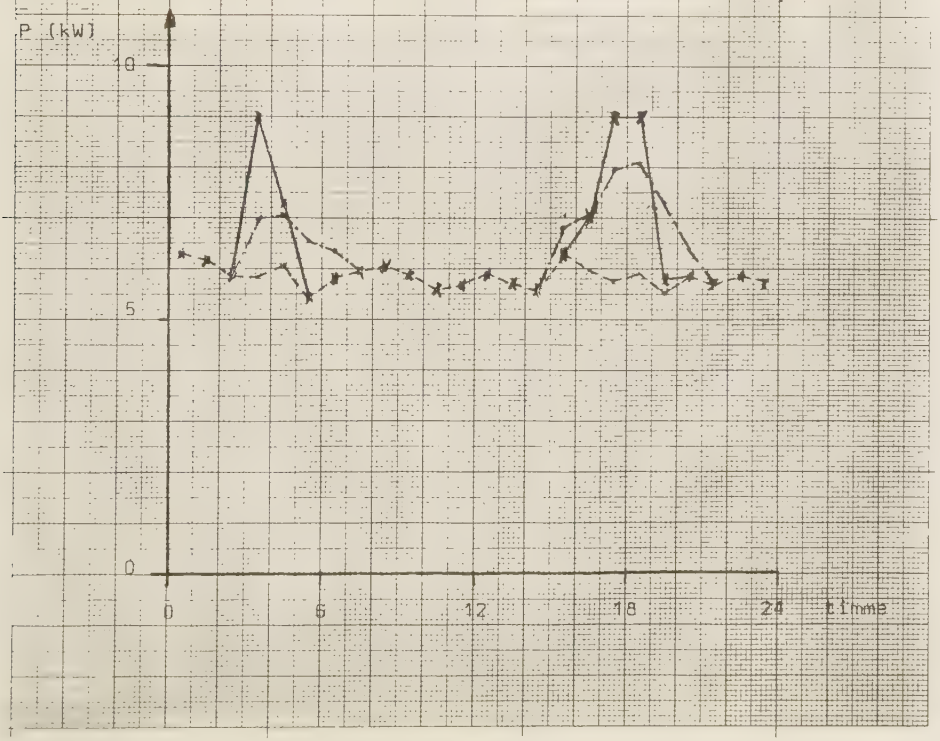


Dimensionerande utetemperatur DUT 1 (1-dygnsmedeltal) för trähus och DUT 5 (5-dygnsmedeltal) för stenhus samt graddagar (G)

	DUT 1 °C	DUT 5 °C	Graddagar G vid + 20° C	Graddagar G vid + 17° C
Malmö	- 18	- 13	3 690	3 006
Kristianstad	- 20	- 14	3 790	3 159
Göteborg	- 18	- 15	3 800	3 285
Halmstad	- 18	- 14	3 910	
Kalmar	- 18	- 17	4 070	3 357
Visby	- 14	- 12	4 110	3 351
Linköping	- 21	- 19	4 170	3 475
Norrköping	- 20	- 18	4 220	3 638
Vänersborg	- 22	- 18	4 230	
Borås	- 22	- 19	4 280	3 597
Stockholm	- 18	- 17	4 290	3 568
Växjö	- 23	- 19	4 350	3 539
Jönköping	- 20	- 18	4 390	3 669
Skara	- 22	- 19	4 420	
Västerås	- 21	- 19	4 450	3 708
Karlstad	- 20	- 18	4 510	3 790
Örebro	- 21	- 19	4 540	3 760
Uppsala	- 21	- 19	4 530	3 849
Gävle	- 24	- 18	4 760	3 980
Arvika	- 23	- 21	4 830	
Falun	- 27	- 23	5 050	4 263
Härnösand	- 22	- 20	5 120	4 339
Mora	- 29	- 25	5 450	
Umeå	- 25	- 22	5 620	4 729
Östersund	- 29	- 25	5 650	4 799
Skellefteå	- 30	- 27	5 750	
Piteå	- 34	- 30	6 030	
Haparanda	- 32	- 26	6 180	
Kiruna	- 30	- 26	7 280	6 532

Figur 1

Timvis genomsnittlig värme och varmvatteneffekt från hushåll nummer 1 under dygn 1 av simuleringen av den kalla perioden (T_{ute} --20°C).



LTH
Värme- och Kraftteknik

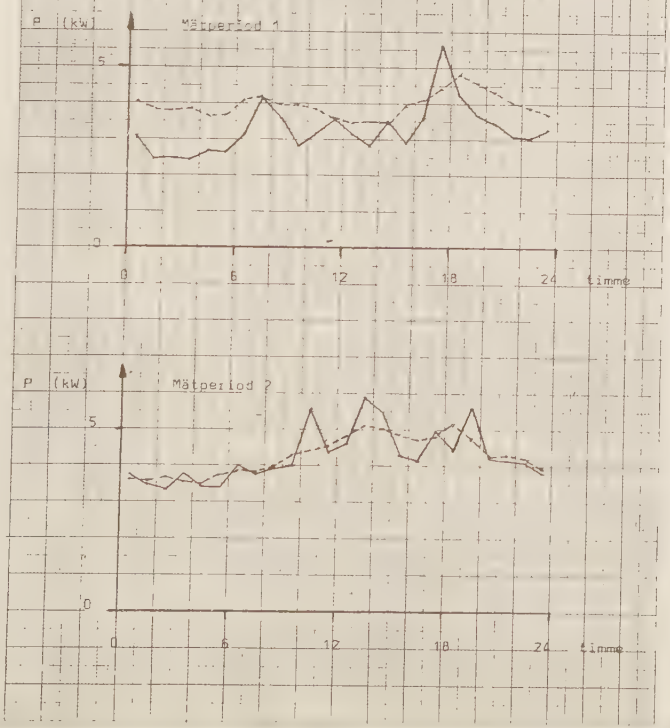
Sammanlagrad totaleffekt från det dygn då respektive periods största sammanlagrade effekt uppträder, för radhusgruppen.

Figur 2

Dat. Skala
Ritad Gransk.

—— Radhusgruppen försedd med elpannor

- - - Radhusgruppen med direktverkande elvärme enligt mätningar i Bua-Västergård



SIS 523 A4 73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

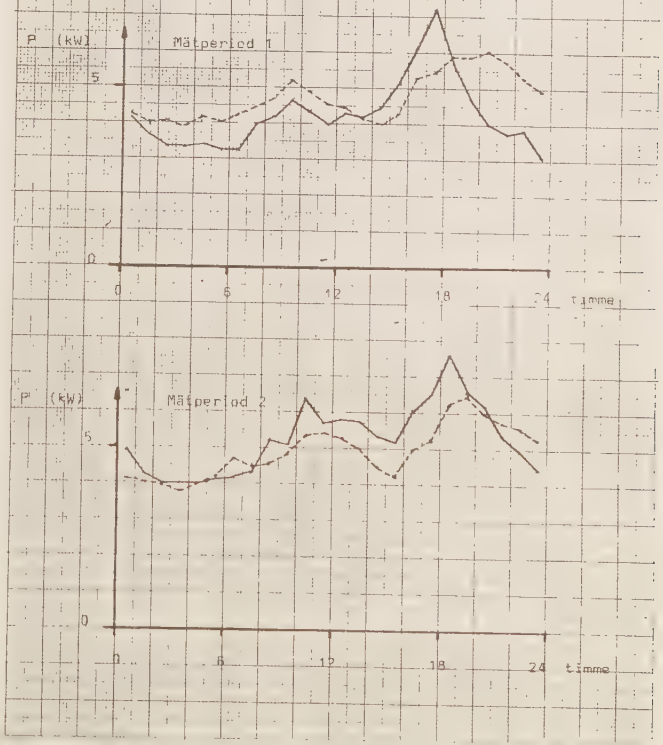
Sammanlagrad totaleffekt från det dygn då respektive periods största sammanlagrade effekt uppträder, för friliggande småhus.

Figur 3

Dat. Skala
Ritad Gransk.

—— Småhusen försedda med elpannor

- - - Småhusen med direktverkande elvärme enligt mätningar i Bua-Västergård



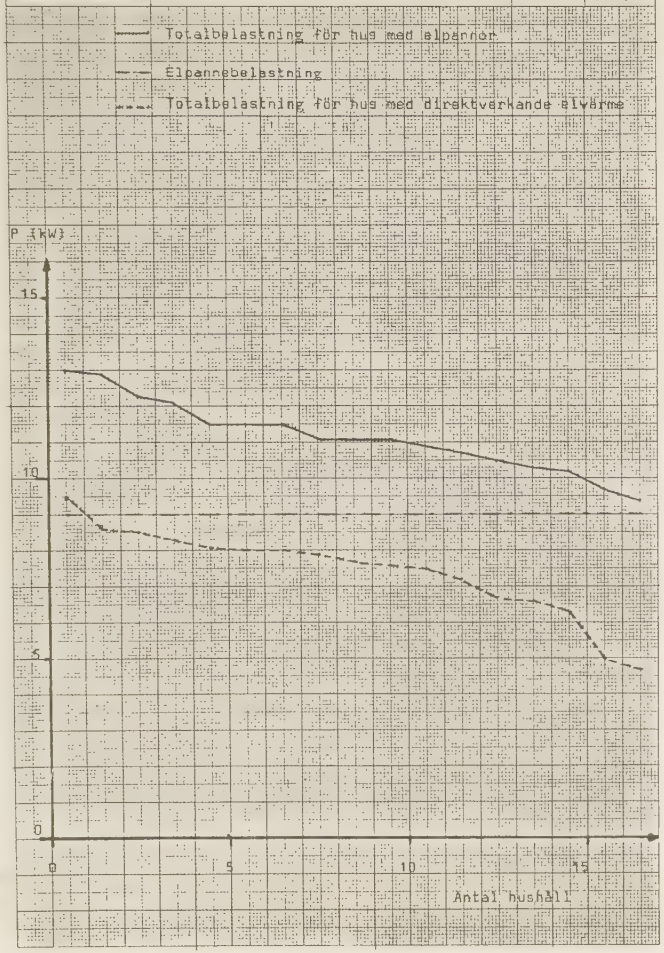
SIS 523 A4 73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

Fördelningen för de individuella max-effekterna för radhusgruppen under mätperiod 1.

Figur 4

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.



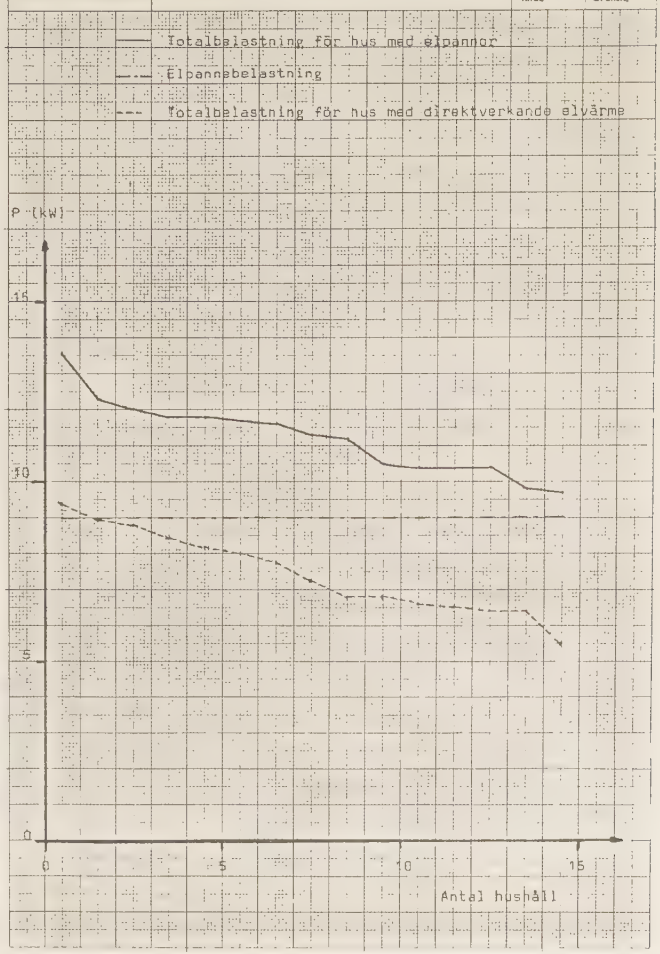
SIS
S23 A4
73 25 01
Nr 1634

LTH
Värme- och Kraftteknik

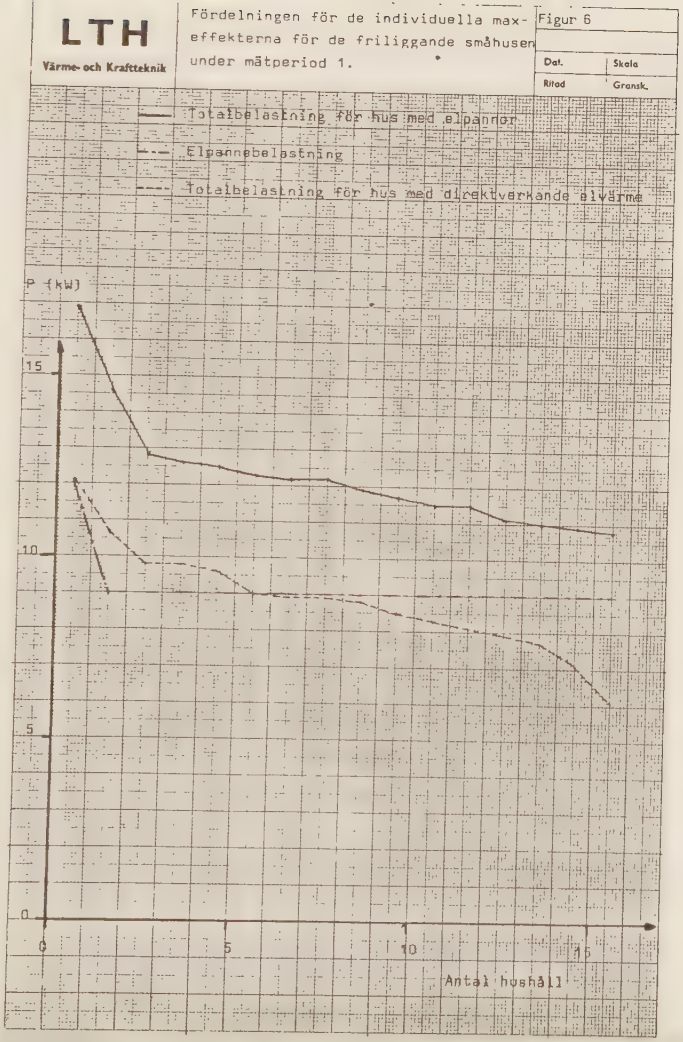
Fördelningen för de individuella max-effekterna för radhusgruppen under mätperiod 2.

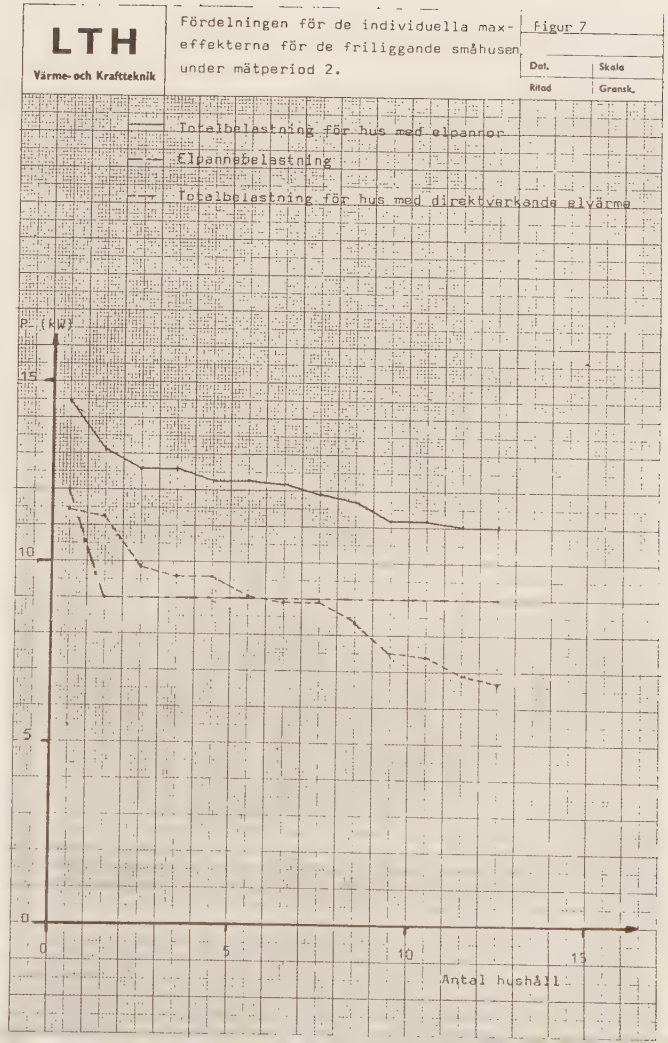
Figur 5

Dat.	Skala
Ritad	Gransk.



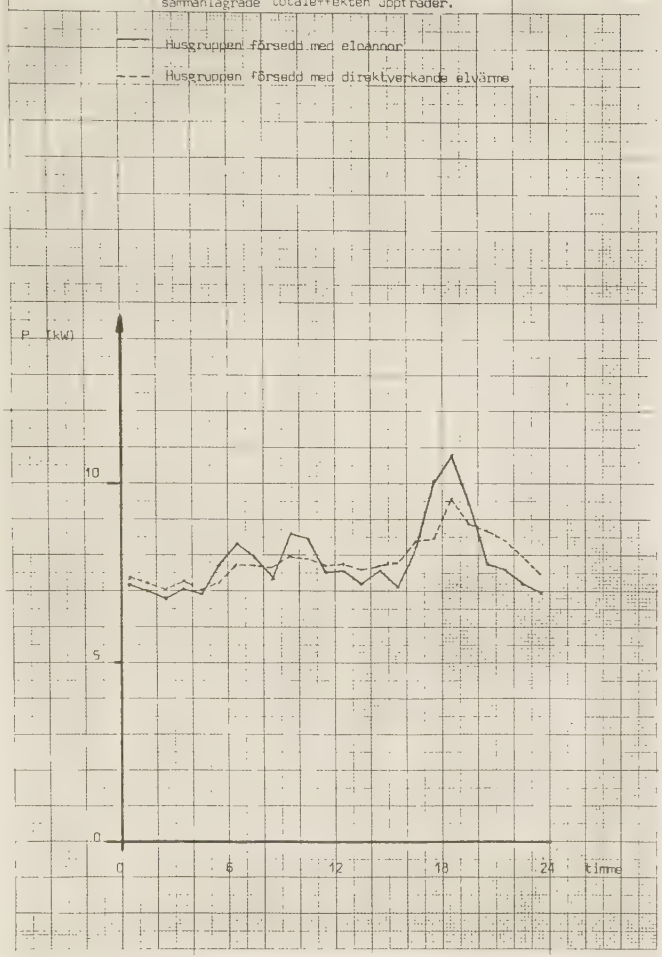
SIS
S23 A4
73 25 01
Nr 1634


LTH
Värme- och Kraftteknik
Fördelningen för de individuella max-effekterna för de friliggande småhusen under mätperiod 1.
Figur 6
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
Totalbelastning för hus med elpannor
Elpannebelastning
Totalbelastning för hus med direktverkande elvärme
P (kW)
15
10
5
0
0
5
10
15
Antal hushåll
523 A4
73 25 01
Nr 1634


LTH
Värme- och Kraftteknik
Fördelningen för de individuella max-effekterna för de friliggande småhusen under mätperiod 2.
Figur 7
Dat.
Skala
Ritad
Gransk.
Totalbelastning för hus med elpannor
Elpannebelastning
Totalbelastning för hus med direktverkande elvärme
P (kW)
15
10
5
0
0
5
10
15
Antal hushåll
523 A4
73 25 01
Nr 1634

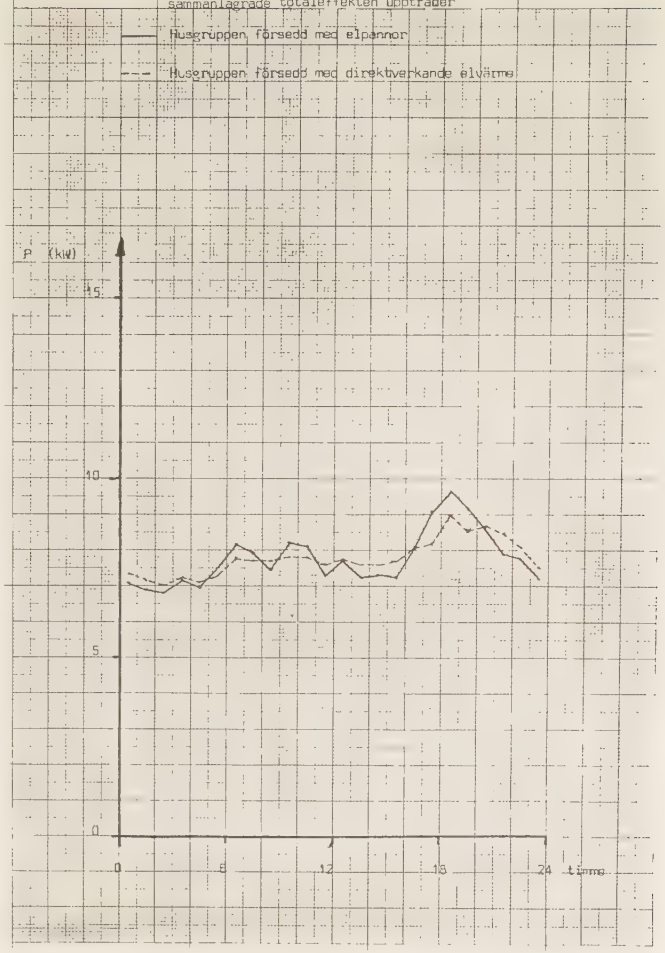
Figur 8

Simulerad sammanlagrad totaleffekt från en grupp om 10 friliggande småhus, vid en konstant utomhustemperatur på - 20°C.
Kurvan kommer från det dygn då den största sammanlagrade totaleffekten uppträder.



Figur 9

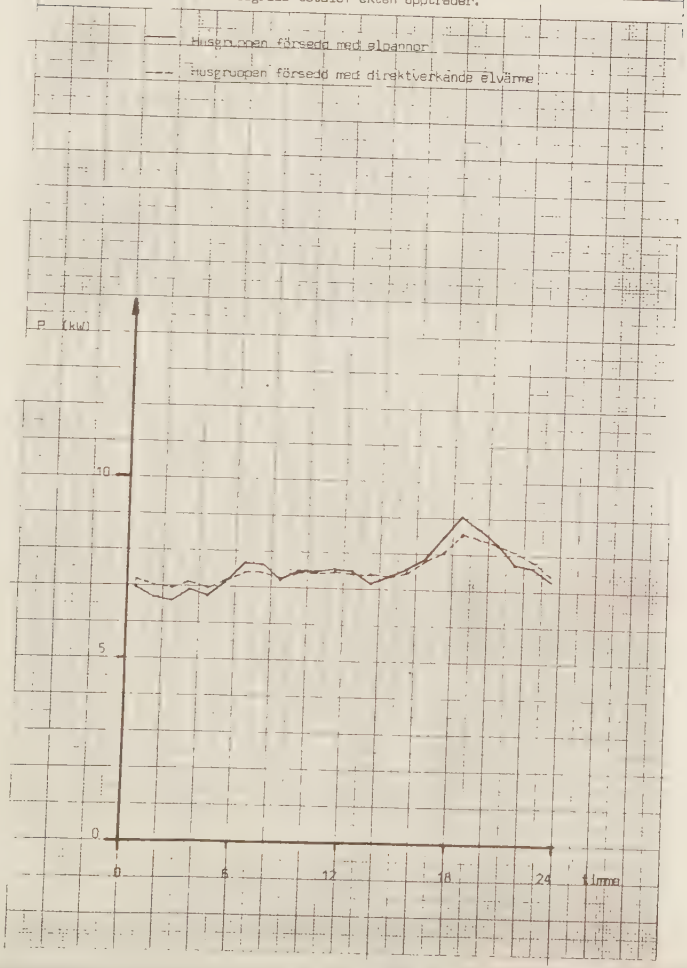
Simulerad sammanlagrad totaleffekt från en grupp om 20 friliggande småhus, vid en konstant utomhustemperatur på -20°C.
Kurvan kommer från det dygn då den största sammanlagrade totaleffekten uppträder



ESSELTE ®
4446

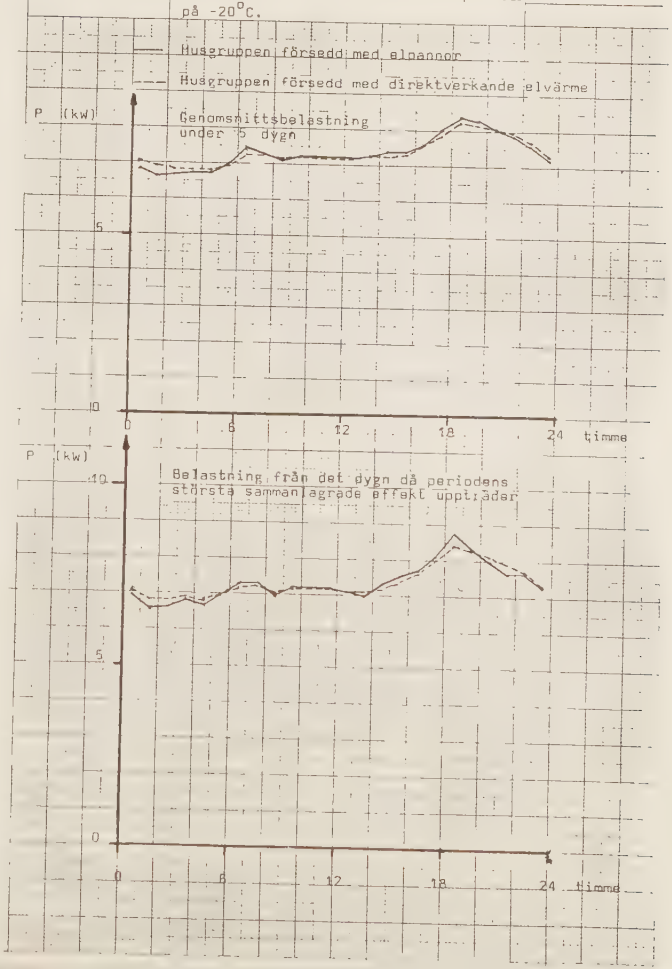
Figur 10

Simulerad sammanlagrad totaleffekt från en grupp om 50 friliggande småhus, vid en konstant utomhustemperatur på -20°C. Effekten kommer från det dygn då den största sammanlagrade totaleffekten uppträder.



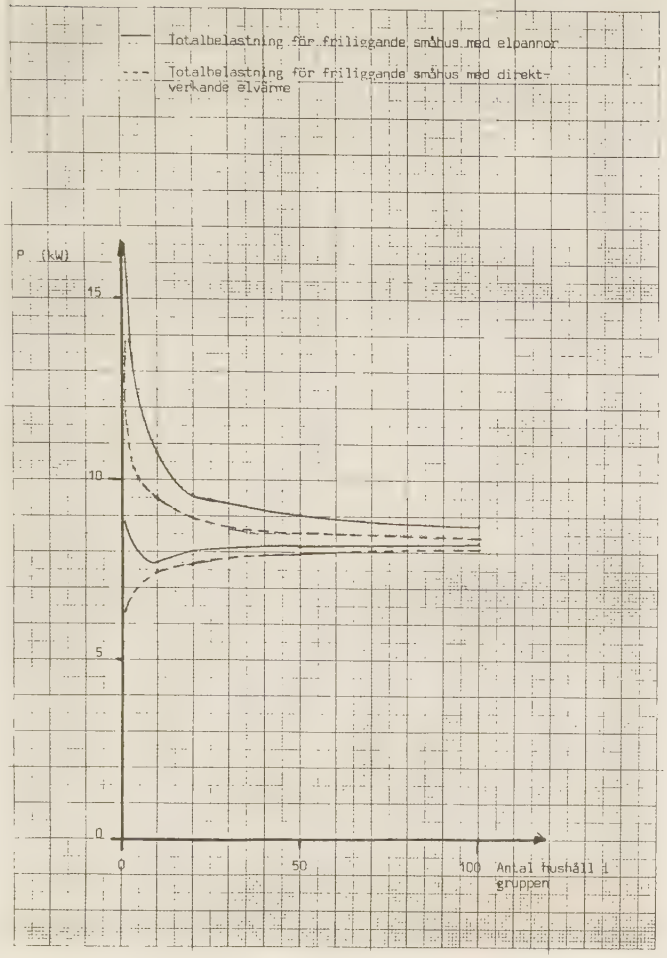
Figur 11

Simulerad sammanlagrad totaleffekt från en grupp om 100 friliggande småhus, vid en konstant utomhustemperatur på -20°C.



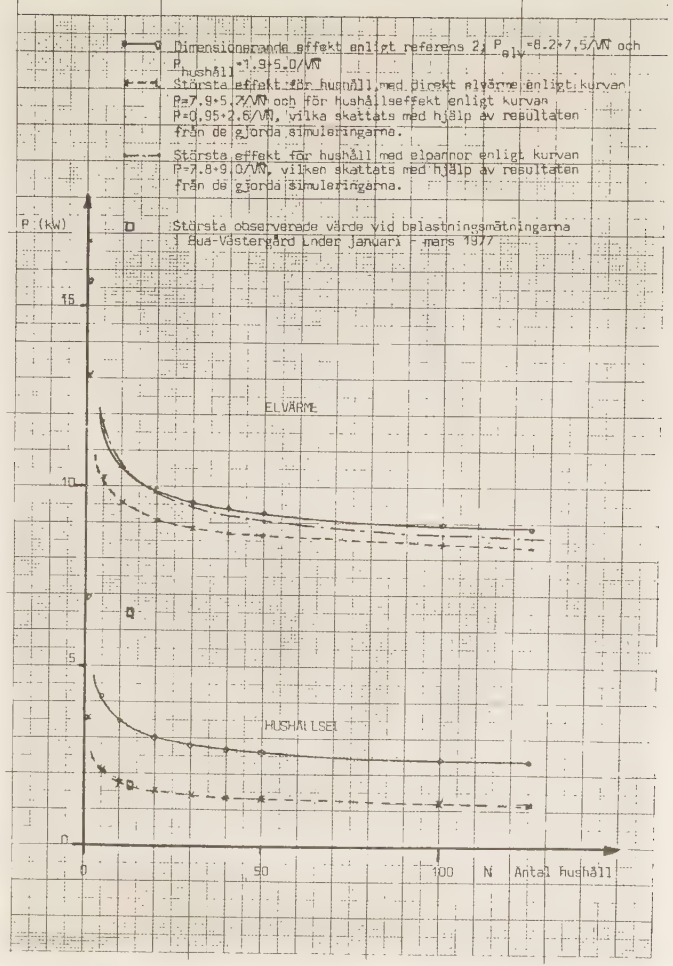
Figur 12

Största och minsta sammanlagrade dygnsmax för totaleffekten som funktion av gruppstorleken, vid en utomhustemperatur på -20°C.



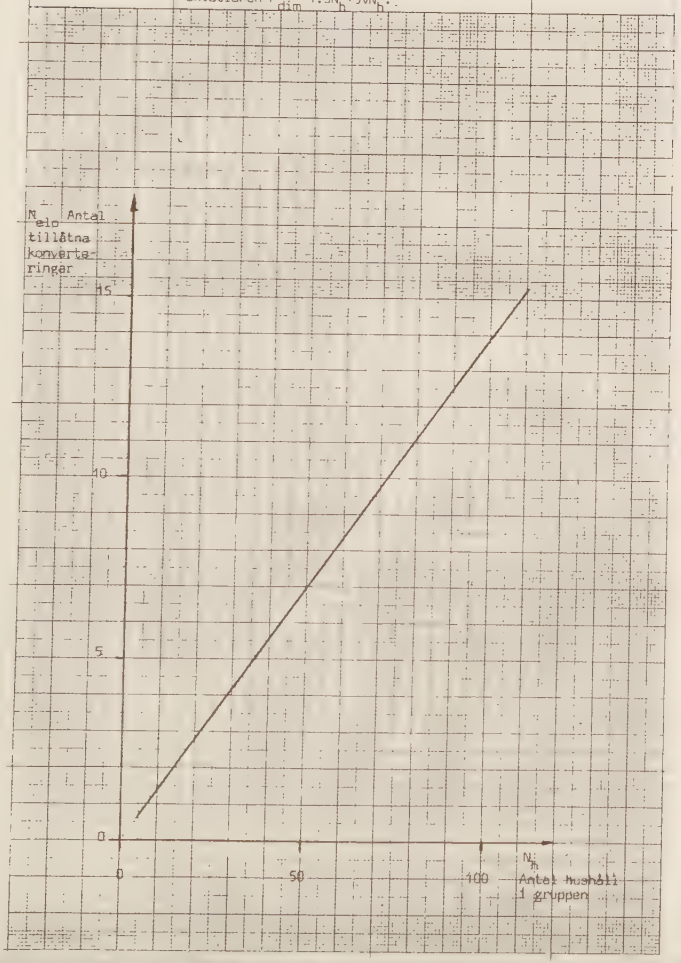
Figur 13

Sammanlagrad effekt som funktion av antalet småhushushåll.



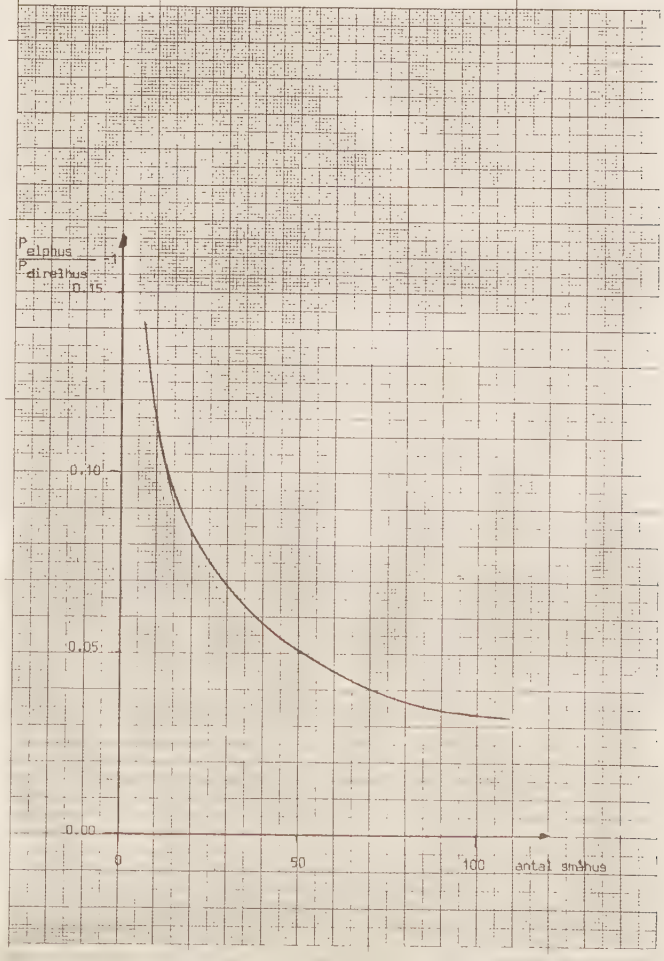
Figur 14

Tillåtet antal hushåll som kan konvertera till uppvärmning med elpanna, som funktion av antalet hushåll i gruppen. Exemplet förutsätter att elnätet är dimensionerat enligt ekvationen $P_{dim} = 1.9N_h + 5W_h$.



Figur 15

Relativ skillnad i sammanlagrad maxeffekt från friliggande småhus uppvärmda med elpannor respektive direktverkande elvärme, som funktion av antalet småhus.



KARAKTERISTISKA VARIATIONER I ELEKTRISK EFFEKT FRÅN DIREKTELVÄRMDA SMÅHUS UNDER VECKANS OLIKA DYGNSTYPER

Lennart Larsson

LUTMDN/(TMVK-3116)/1-25/(1983)

ISSN 0280-9931

Dokumentutgivare LU/LTH

Inst. för Värme- och kraftteknik

Handläggare

Dokumentnamn

Rapport

Utgivningsdatum

Dokumentbeteckning

LUTMDN/(TMVK-3116)/1-25/(1983)

Ärendebeteckning

Författare

Lennart Larsson

Mars 1983

Dokumenttitel och undertitel

KARAKTERISTISKA VARIATIONER I ELEKTRISK EFFEKT FRÅN DIREKTELVÄRMDA SMÅHUS UNDER VECKANS OLIKA DYGNSTYPER.

Referat (sammandrag)

Föreliggande studie ingår i projektet "Effektmässiga konsekvenser av energitekniska investeringar i småhus", vilket syftar till att belysa konsekvenserna för de centraliserade energiförsörjningssystemen av att enskilda fastighetsägare investerar i olika typer av energisystem.

Denna studie syftar till bestämning av eleffekten från elvärmda småhus under veckoslutsdygn i jämförelse med den som uppkommer under vardagsdygn.

De gjorda jämförelserna visar att den sammanlagrade totaleffektens största dygnsmax inträffar under ett veckoslutsdygn och att detta dygnsmax ligger 5-10 % högre än största dygnsmax från ett vardagsdygn. Den sammanlagrade hushållseffektens största dygnsmax ligger 5 % högre under ett veckoslutsdygn än under ett vardagsdygn. I nästan hälften av alla småhus inträffar den största enskilda totaleffekten under ett vardagsdygn. Skillnaderna mellan maxeffekterna hos olika hushåll är mycket stora.

Referat skrivet av

Förf.

Förslag till ytterligare nyckelord

Klassifikationssystem och -klass(er)

Indextermer (ange källa)

Omfång

25 sidor

Övriga bibliografiska uppgifter

Språk

Svenska

Sekretessuppgifter

ISSN

0280-9931

ISBN

Dokumentet kan erhållas från

LTH, Inst. för Värme- och kraftteknik
Box 725, 220 07 Lund

Mottagarens uppgifter

Pris

DOKUMENTDATABLAD enligt SIS 62 10 12

SIS-DB 1

Blankett LU 11:25 1976–07

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	141
1.1	BAKGRUND	141
1.2	SYFTE	141
1.3	BEGRÄNSNINGAR	141
2	GENOMFÖRANDE	142
3	RESULTAT	142
3.1	MAXEFFEKTER FRÅN ENSKILDA SMÅHUS	142
3.2	SAMMANLAGRADE MAXEFFEKTER	143
3.3	SAMMANLAGRADE DYGNSBELASTNINGSKURVOR	143
4	RESULTATDISKUSSION	143
4.1	ENSKILDA MAXEFFEKTER	143
4.1.1	Radhus	143
4.1.2	Friliggande småhus	144
4.1.3	Gemensamt	144
4.2	SAMMANLAGRADE DYGNSMAX	145
4.2.1	Hushållseffekt	145
4.2.2	Elvärmeeffekt	145
4.2.3	Varmvatteneffekt	145
4.2.4	Totaleffekt	146
4.2.5	Gemensamt	146
4.3	SAMMANLAGRADE DYGNSBELASTNINGSKURVOR	147
4.3.1	Allmänt	147
4.3.2	Vardagsdygn	147
4.3.3	Fredagsdygn	147
4.3.4	Lördagsdygn	148
4.3.5	Söndagsdygn	148
4.3.6	Gemensamt	148
5	SLUTSATSER	149

LITTERATURFÖRTECKNING återfinns i avhandlingen

TABELLER

FIGURER

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Inom projektet "Effektmässiga konsekvenser av energitekniska investeringar i småhus" har tidigare presenterats en datormodell som simulerar de timvisa eleffekterna från direktelvärmda småhus (14). I samband med verifieringen (15) av den nämnda modellen gjordes vissa justeringar. Efter gjorda justeringar visades att modellen underskattar vissa enskilda maxeffekter men också att den är väl lämpad för att simulera sammanlagrade timvisa effekter, från en grupp direktelvärmda småhus, under vardagsdygn (måndag-torsdag) med små variationer i utomhustemperaturen. Orsaken till att verifieringen begränsats till vardagsdygn beror inte på modellen som sådan, utan på att de analyser som ligger till grund för indata till modellen i huvudsak omfattat vardagsdygn. Detta orsakas av att tillgången på mätvärden är betydligt större för vardagsdygn än för fredags-, lördags- eller söndagsdygn. För att kompensera att det för närvarande inte är möjligt att använda den ovan nämnda simuleringsmodellen för att simulera eleffekterna från elvärmda småhus under veckosluten har föreliggande studie gjorts.

1.2 SYFTE

Denna studie syftar till bestämning av eleffekten från elvärmda småhus under veckoslutsdygn i jämförelse med den som uppkommer under vardagsdygn.

1.3 BEGRÄNSNINGAR

Studien kommer endast att omfatta de mätningar, som Energiverken i Göteborg har gjort i småhusområdet Bua-Västergård. Detta är samma mätningar som legat till grund för indata till den nämnda modellen (14) och som också utnyttjats vid verifieringen av den (15).

2 GENOMFÖRANDE

Arbetet med denna rapport har delats in i tre delar som omfattar studium av maxeffekter från enskilda småhus, sammanlagrade maxeffekter från grupper av småhus och sammanlagrade dygnsbelastningskurvor från samma småhusgrupper. Inom var och en av de tre delarna studeras dels totaleffekten dels varje belastningsdel, dvs hushållsel, elvärme och varmvatten, för sig. Med vardagar eller vardagsdygn menas fortsättningsvis måndag-torsdag och med veckoslut eller veckoslutsdygn menas då fredag-söndag.

Då det gäller maxeffekter från enskilda småhus jämförs maxeffekterna under enbart vardagar med de maxeffekter som gäller för mätperiodens alla dygn. Max för mätperiodens alla dygn kan vara lika med eller större än de max som uppträder under enbart vardagar.

Det andra studieområdet omfattar de sammanlagrade maxeffekterna. Härvid ska belastningarna under vardagsdygnen jämföras med belastningarna under vart och ett av veckoslutsdygnen.

Undersökningsmetodiken från studiet av de sammanlagrade maxeffekterna utnyttjas också för studier av de sammanlagrade dygnsbelastningskurvorna.

3 RESULTAT

3.1 MAXEFFEKTER FRÅN ENSKILDA SMÅHUS

I tabell 1a och 1b visas maxeffekterna för vart och ett av de 33 hushåll som deltagit i mätningarna, uppdelat på belastningsdelarna hushållsel, elvärme och varmvatten. Maxeffekterna redovisas dels för enbart vardagar (måndag-torsdag) dels för alla dagar under de två mätperioder som ingått i undersökningen. I dessa tabeller ges även genomsnittsvärden för de individuella maxeffekterna. De i tabell 1 visade maxeffekterna har också sorterats i fallande storleksordning och återgetts i figurerna 1-4 för att ge en bild av hur de enskilda maxeffekterna fördelar sig.

3.2 SAMMANLAGRADE MAXEFFEKTER

Tabell 2 visar största sammanlagrade dygnsmax för de olika belastningsdelarna uppdelat på dygnstyperna vardag, fredag, lördag och söndag. För totaleffekten ges dessutom både det genomsnittliga och det minsta uppmätta sammanlagrade dygnsmaxet. I figurerna 5a och 5b visas de relativa frekvenserna för tidpunkten för största sammanlagrade effekt under dygnet.

3.3 SAMMANLAGRADE DYGNSBELASTNINGSKURVOR

Figurerna 6-8 visar sammanlagrade dygnsbelastningskurvor från det vardagsdygn då den största sammanlagrade totaleffekten från den aktuella gruppen uppträdde tillsammans med belastningskurvorna från det fredags-, lördags- och söndagsdygn, då största sammanlagrade effekt uppträdde för respektive dygnstyp. Figur 9 visar de sammanlagrade belastningskurvorna från det vardags- och veckoslutsdygn då respektive belastningsdel hade sin största sammanlagrade effekt.

4 RESULTATDISKUSSION

4.1 ENSKILDA MAXEFFEKTER

4.1.1 Radhus

Ur tabell 1 framgår att de enskilda maximala hushållseffekterna från radhusgruppen varierar från 1,6 kW upp till 5,3 kW med ett genomsnitt på 3,7 kW för hela perioden och 3,5 kW om enbart vardagarna studeras. Det visar sig, att det är 6 av 17 hushåll, som inte når sin maxeffekt under ett vardagsdygn. För elvärmen är det 11 av 17 som inte når sitt max under något vardagsdygn. Här varierar maxeffekten mellan 2,6 och 5,6 kW med ett snitt på 4,2 över hela perioden och 3,9 under vardagar. Maxeffekten för varmvattenberedning varierar från 1,1kW (första steget i varmvattenberedaren) till 3,3 kW. Här uppnår 2 av hushållen inte max under vardagsdygn. Genomsnittet för hela perioden blir 2,8 och för vardagsdygnen 2,5 kW. Totaleffektens max varierar över hela perioden från 5,5 upp till 9,5 kW och för vardagsdygnen från 4,7 upp till 9,5 kW. Genomsnitten blir 7,9 och 7,5 kW. Här var det 8 hushåll som inte nådde max under vardagsdygnen.

4.1.2 Friliggande småhus

Här varierar den maximala hushållseleffekten från 2,6 till 7,9 kW över hela perioden och från 2,5 till 7,9 kW under vardagarna. 6 av 16 hushåll uppnår inte sitt max under ett vardagsdygn. De genomsnittliga maxeffekterna är 4,2 kW och 3,9 kW. De enskilda maximala elvärmeeffekterna varierar under hela perioden från 3,4 upp till 9,5 kW och under vardagsdygnen från 3,4 till 6,8 kW. Här är det 10 hushåll som inte uppnår max under något vardagsdygn. För varmvattenberedning är det endast ett hushåll som inte uppnår sitt max under ett vardagsdygn. Maxeffekterna varierar här från 1,1 upp till 3,3 kW med ett genomsnitt runt 2,5 kW. Totaleffektens max varierar mellan 6,1 och 12,1 kW, med genomsnitten 9,1 för hela perioden och 8,5 för vardagsdygnen.

4.1.3 Gemensamt

Det ovan nämnda visar att skillnaderna mellan olika hushåll är mycket stora då det gäller de enskilda maxeffekterna. Man ser också att för nästan hälften av hushållen (15 av 33) uppträder deras största enskilda totaleffekt under ett vardagsdygn. I genomsnitt ligger de enskilda totaleffekternas maxvärden 6 % lägre under enbart vardagsdygn än under alla dygnstyper. För de olika deleffekterna blir motsvarande värden 5 % (radhus) och 7 % (friliggande hus) för hushållsel, 9 % och 11 % för elvärme och 12 % och 2 % för varmvattenberedning. Detta indikerar att man kan förvänta sig att de enskilda maximala totaleffekterna i genomsnitt blir 5-10 % större om man studerar mätperiodens alla dygn jämfört med enbart vardagsdygnen. Detsamma torde gälla för den rena hushållseffekten, medan man för varmvattnets effekt i de fall man har flerstegsberedare kan förvänta sig att maxeffekten i genomsnitt blir något större över alla dygnstyper än enbart under vardagsdygn. Då det gäller de absolut sett största enskilda effekterna har de i de studerade hushållsgrupperna endast i ett fall varit större under veckoslutet än under vardagsdygnen. Det avvikande fallet var elvärmen i ett friliggande småhus, där det största enskilda maxet inträffade under ett veckoslut.

4.2 SAMMANLAGRADE DYGNSMAX

4.2.1 Hushållseffekt

Den största sammanlagrade hushållseffekten i radhusgruppen, 1,24 kW/hushåll, inträffar en fredag. För övriga dygnstyper är motsvarande värde 1,18 kW för vardagar, 1,17 kW för lördagar och 1,09 kW för söndagar. Detta innebär att skillnaden mellan största vardagsvärde och veckoslutsvärde är 5 %. Motsvarande skillnad för de friliggande småhusen är endast 1 % där maxeffekten för vardag är 1,63 kW, fredag 1,58 kW, lördag 1,61 kW och för söndag 1,65 kW, vilket innebär att skillnaden mellan olika dygnstyper är mindre för de friliggande småhusen än för radhusen. Trots detta kan det konstateras att skillnaderna mellan olika dygnstyper överhuvudtaget är liten när det gäller hushållseffekten.

4.2.2 Elvärmeeffekt

För radhusgruppen varierade den största sammanlagrade elvärmeeffekten från 3,10 kW/hushåll, vilket inträffade en söndag, upp till 3,40 kW, vilket hände en lördag. Däremellan hamnade både vardagsvärdet och fredagsvärdet på 3,19 kW, vilket är 6 % under lördagsvärdet. De friliggande småhusen hade sitt sammanlagrade max under ett vardagsdygn. Detta var då 4,27 kW, vilket ska jämföras med söndagsvärdet som var 6 % lägre (4,01 kW), lördagsvärdet 7 % lägre (3,98 kW) och fredagsvärdet 9 % lägre (3,90 kW). Även för elvärmeeffekterna kan det sålunda konstateras att skillnaderna mellan de sammanlagrade maxeffekterna är små. För elvärmen är det troligen så, att det yttre klimatet är en viktigare faktor än vilken veckodag det är om man intresserar sig för effektbehovet.

4.2.3 Varmvatteneffekt

Då det gäller det sammanlagrade effektbehovet för varmvattenberedning inträffar det största effektbehovet på ett söndagsdygn både för radhusen och för de friliggande husen. Rangordningen är också densamma mellan de olika dygnstyperna, så att tvåa kommer fredagen, trea kommer lördagen och sist kommer vardagsdygnet. Skillnaderna mellan största och minsta värde är 18 % för radhusen och 6 % för de friliggande husen, vilket antyder, att det finns klar skillnad i effektbehovet för varmvattenberedning mellan vardagsdygn och veckoslut. Denna skillnad är dock liten i förhållande till de totala effektbehoven.

4.2.4 Totaleffekt

För radhusgruppen är den största sammanlagrade totaleffekten 5,17 kW/hushåll. Denna uppträder under en lördag och följs i storleksordning av fredagsvärdet 4,84 kW, vardagsvärdet 4,80 kW och söndagsvärdet på 4,76 kW. Inte bara det största dygnsmaxet utan också det minsta inträffar under en lördag och har då ett värde på 3,24 kW. För de friliggande husen uppträder maxvärdet under fredagsdygnet med ett värde på 6,47 kW, vilket följs av söndagen 6,42 kW, lördagen 6,39 kW och slutligen vardagen med en största sammanlagrad effekt på 5,92 kW. Även för denna grupp inträffar det minsta sammanlagrade dygnsmaxet under samma dygnstyp som det största, vilket i detta fall innebär fredagsdygnet. För båda grupperna varierar totaleffektens dygnsmax mer för fredags- och lördagsdygnen än för vardags- och söndagsdygnen. Samtidigt kan det konstateras att den maximala totaleffekten är klart lägre (7 och 9 %) under vardagsdygnen än under vissa av veckoslutsdygnen. Detta antyder att man bör räkna med att den största sammanlagrade effekten kommer att uppträda under ett veckoslut och att den kommer att ligga 5-10 % högre än den största sammanlagrade effekt som uppträder under något vardagsdygn.

Det sammanlagrade dygnsmaxet inträffar under vardagarna oftast under timmarna 19 och 20. Under fredagarna är denna koncentration ännu tydligare. Under lördag och söndag verkar max kunna inträffa i stort sett när som helst under timmarna 10-20 för radhusen, medan max för de friliggande husen fortfarande verkar vara koncentrerat till kvällen.

4.2.5 Gemensamt

Sammantaget verkar det som om den sammanlagrade totaleffektens max varierar mer under veckosluten, både till tidpunkt och storlek, än under vardagarna, dvs den verkar rent allmänt något svårare att göra en prognos för. Däremot verkar det klart att den största sammanlagrade totaleffekten inträffar under ett veckoslut och att detta inte behöver bero på att någon av den sammanlagrade effektens huvuddelar var för sig har max vid denna tidpunkt, utan kanske snarare, att man under dessa dygn har flera olika effektkrävande aktiviteter på gång samtidigt i de enskilda hushållen.

Då det gäller den sammanlagrade effektens huvuddelar, så antyder de gjorda jämförelserna, att man kan förvänta sig något större värden för hushållsel och varmvatten under veckosluten än under vardagarna. Detta är särskilt intressant för hushållseffekten då det är den eleffekt som kan förväntas från de hushåll som inte har elvärme. Den behöver dock kompletteras med effektbehoven för en eventuell oljebrännare och cirkulationspump.

4.3 SAMMANLAGRADE DYGNSBELASTNINGSKURVOR

4.3.1 Allmänt

Av de redovisade kurvorna är det totaleffektkurvan och hushållseffektkurvan som är de intressantaste, då det är dessa två som en elleverantör kan råka ut för. Nedan karakteriseras dygnsbelastningskurvorna för de fyra olika dygnstyperna.

4.3.2 Vardagsdygn

Radhusen har en hushållseffekt med en låg morgontopp och en högre och tidsmässigt utbredd kvällstopp, medan de friliggande småhusen har en liten morgontopp, en ännu mindre middagstopp och en mycket utdragen eftermiddags- och kvällstopp (timme 15-22).

Totaleffekten för radhusen har en morgontopp och en kvällstopp, där kvällstoppen är klart större än morgontoppen. För de friliggande husen ökar effekten markant timme 7, varefter den är ganska konstant till timme 14. Därefter stiger den till en utdragen topp mellan timmarna 17 och 21.

4.3.3 Fredagsdygn

Radhusens hushållseffekt har denna dag en kort middagstopp, till skillnad från förloppet under vardagsdygnet och en utdragen kvällstopp. De friliggande husen har en dygnsbelastningskurva som är mycket lik radhusens under fredagsdygnet, enda skillnaden verkar vara att kvällstoppen slutar något senare.

För totaleffektkurvorna gäller för båda hustyperna att de har en första uppgång vid 7-tiden, varefter de ligger konstant i ett par timmar för att därefter öka ytterligare till en markant middagstopp. Dygnet avslutas sedan med en ännu större kvällstopp.

4.3.4 Lördagsdygn

Hushållseffekten från radhusen har här en middagstopp under timme 12 till 15 och en ovanligt kort kvällstopp. För de friliggande husen finns inga direkta toppar utan här stiger effekten sakta från och med timme 9 till timme 19, varefter den avtar sakta under timmarna 20-24.

För totaleffekten gäller att här har radhusen en utdragen topp under timmarna 13-19 och de friliggande under timmarna 10-22, dock med en liten topp under timmarna 20-22.

4.3.5 Söndagsdygn

Hushållseffekten från radhusen har en kort middagstopp och en låg men lite längre kvällstopp. De friliggande husen har ingen morgon eller middagstopp utan endast en markant kvällstopp.

Radhusens totaleffekt har en mycket markant middagstopp och en svag kvällstopp, medan de friliggande husen endast har en markant kvällstopp.

4.3.6 Gemensamt

Gemensamt för alla dygn och hushållsgrupper är att totaleffektens toppar alltid inträffar i samband med att hushåll- och varmvattenberedareffekten har en topp. Det behöver dock inte innebära, att hushållseffekten eller varmvatteneffekten har max vid dessa tidpunkter, men klart är att båda ligger på en hög nivå.

5 SLUTSATSER

Beträffande maxeffekter från enskilda småhus kan sägas att:

- Nästan hälften av alla hushåll uppnår sin största enskilda totaleffekt under ett vardagsdygn.
- Skillnaderna mellan max hos olika hushåll är mycket stora, mycket större än skillnaderna mellan värden från vardagar och veckoslut hos samma hushåll.

För de sammanlagrade effekterna kan sägas att:

- Tidpunkten för och värdet på totaleffektens dygnsmax varierar mycket mer under veckosluten än under vardagarna.
- Den sammanlagrade totaleffekten har sitt största dygnsmax i samband med att de sammanlagrade hushålls- och varmvatten-effekterna ligger på en hög nivå.
- Den sammanlagrade totaleffektens största dygnsmax kan förväntas ligga 5-10 % högre under veckoslut än under vardagsdygn.
- Den sammanlagrade hushållseffektens största dygnsmax kan ligga något högre (upp till ca 5 %) under ett veckoslut än under ett vardagsdygn.
- Även den sammanlagrade varmvatteneffekten kan skilja sig avsevärt mellan vardagsdygn och veckoslut.

De slutsatser som denna studie ger upphov till kan inte utan vidare betraktas som generellt giltiga. Däremot kan det finnas skäl att anta, att liknande tendenser kan göra sig gällande i liknande bostadsområden under samma yttre förutsättningar.

TABELL 1a: Största uppnådda 1-timmeseffekt i kW för vart och ett av radhusen

Hus-håll	Hushållsel Vardag	Hushållsel Alla dagar	Elvärme Vardag	Elvärme Alla dagar	Varmvatten Vardag	Varmvatten Alla dagar	Totallast Vardag	Totallast Alla dagar	
1	3.9	3.9	3.6	3.8	3.3	3.3	9.5	9.5	1)
2	5.3	5.3	4.5	4.5	3.3	3.3	9.2	9.4	
3	3.4	4.0	4.6	5.1	1.1	3.3	7.3	8.2	
4	3.6	4.1	4.4	4.7	3.3	3.3	9.9	8.9	
5	3.7	3.8	5.6	5.6	1.1	1.1	7.6	8.0	
6	3.0	3.4	3.8	4.9	2.2	2.2	6.8	7.9	
7	1.6	1.6	3.4	5.0	1.1	1.1	5.0	6.4	
8	3.6	3.6	4.5	4.9	3.3	3.3	9.0	9.0	
9	3.3	3.3	2.6	2.6	1.1	1.1	4.7	5.5	
10	4.1	4.1	3.3	3.3	3.3	3.3	8.5	8.5	1)
11	3.7	4.0	3.6	3.6	3.3	3.3	8.3	8.3	
12	4.0	4.0	2.6	3.4	2.2	2.2	6.6	6.6	
13	2.8	2.8	3.6	4.1	1.1	3.3	6.4	6.4	
14	5.0	5.0	4.1	4.4	3.3	3.3	8.6	8.6	
15	4.0	4.0	4.3	4.5	2.2	3.3	8.0	8.0	
16	2.2	3.1	4.0	4.4	3.3	3.3	5.3	7.8	
17	2.5	2.5	3.4	3.4	3.3	3.3	7.0	8.1	
Genom-snitt	3.51	3.68	3.88	4.25	2.46	2.78	7.49	7.95	

TABELL 1b: Samma som i tabell 1a men för de friliggande småhusen

Hus-håll	Hushållsel Vardag	Hushållsel Alla dagar	Elvärme Vardag	Elvärme Alla dagar	Varmvatten Vardag	Varmvatten Alla dagar	Totallast Vardag	Totallast Alla dagar	
18	2.6	2.6	5.1	5.1	3.3	3.3	7.5	8.1	
19	2.5	3.9	6.8	8.0	2.2	2.2	8.1	11.3	
20	2.7	2.7	4.2	4.8	3.3	3.3	8.3	8.3	1)
21	5.2	5.2	4.4	5.6	3.3	3.3	9.8	9.8	
22	3.0	3.0	4.1	4.4	3.3	3.3	6.8	7.9	
23	3.3	3.3	6.6	9.5	3.3	3.3	9.9	10.7	
24	2.7	2.7	3.4	3.4	1.1	1.1	6.1	6.1	1)
25	4.2	4.4	5.7	7.0	1.1	1.1	9.6	9.6	
26	7.9	7.9	4.6	4.6	2.2	2.2	12.1	12.1	
27	4.2	4.2	4.0	4.4	3.3	3.3	8.2	8.9	
28	2.7	3.2	3.9	4.0	2.2	3.3	6.9	7.1	
29	3.9	4.5	6.7	6.7	1.1	1.1	7.4	8.4	
30	3.3	3.3	6.5	6.9	3.3	3.3	8.9	9.1	
31	3.9	5.6	4.8	4.8	3.3	3.3	9.1	9.8	
32	4.6	4.6	4.9	5.9	2.2	2.2	8.9	8.9	
33	5.2	5.6	4.6	4.6	1.1	1.1	8.4	9.0	1)
Genom-snitt	3.87	4.17	5.02	5.61	2.48	2.54	8.51	9.07	

1) För dessa hushåll finns mätvärden endast från den första mätperioden.

TABELL 2a: Sammanlagrade dygnsmax från radhusgruppen (kW)

	Vardag	Fredag	Lördag	Söndag	Alla dagar
Största dygnsmax för:					
Hushållsel	1,18	1,24	1,17	1,09	
Elvärme	3,19	3,19	3,40	3,10	
Varmvatten	1,12	1,33	1,22	1,37	
Totallast	4,80	4,84	5,17	4,76	
Genomsnittligt dygnsmax för totallast	3,99	4,46	4,15	4,07	4,09
Minsta dygnsmax för totallast	3,37	3,65	3,24	3,40	

TABELL 2b: Samma som i tabell 2a men för de friliggande småhusen

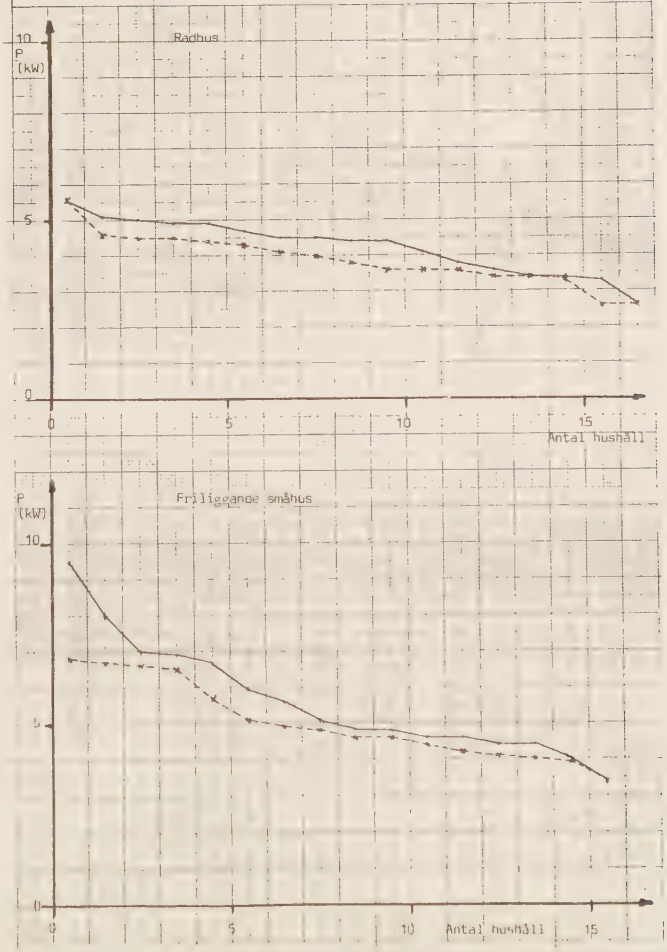
	Vardag	Fredag	Lördag	Söndag	Alla dagar
Största dygnsmax för:					
Hushållsel	1,63	1,58	1,61	1,65	
Elvärme	4,27	3,90	3,98	4,01	
Varmvatten	1,66	1,72	1,70	1,76	
Totallast	5,92	6,47	6,39	6,42	
Genomsnittligt dygnsmax för totallast	5,23	5,54	5,37	5,46	5,32
Minsta dygnsmax för totallast	4,51	3,96	4,23	4,68	

Figur 1

Fördelningen för de enskilda maximala hushållseffekterna från småhusen i Bua-Västergård under januari-mars 1977.

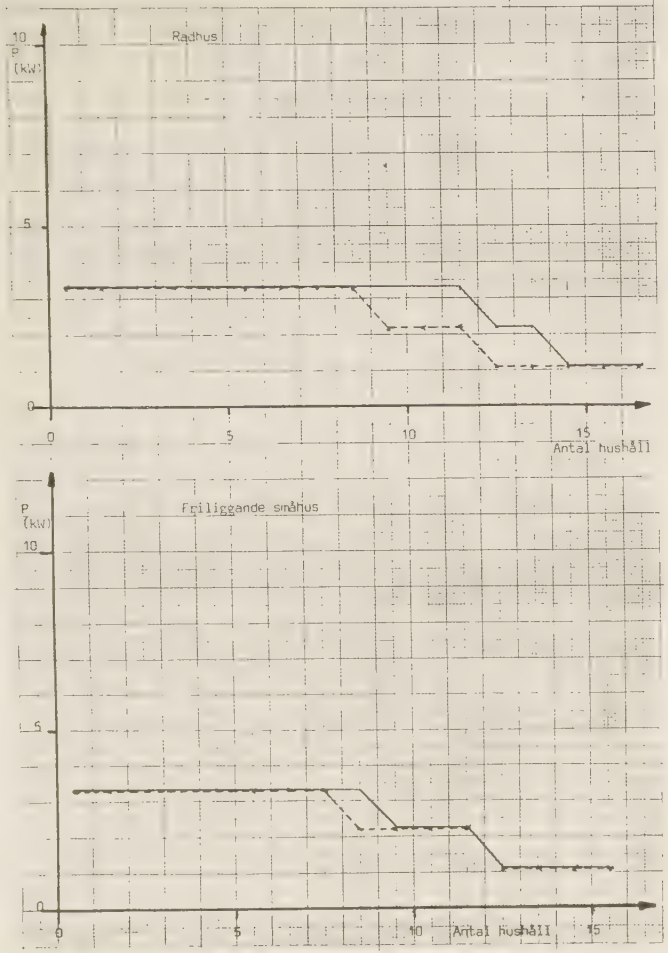
Figur 2

Fördelningen för de endkilda maximala elvärmeeffekterna från småhusen i Bua-Västergård under januari-mars 1977.



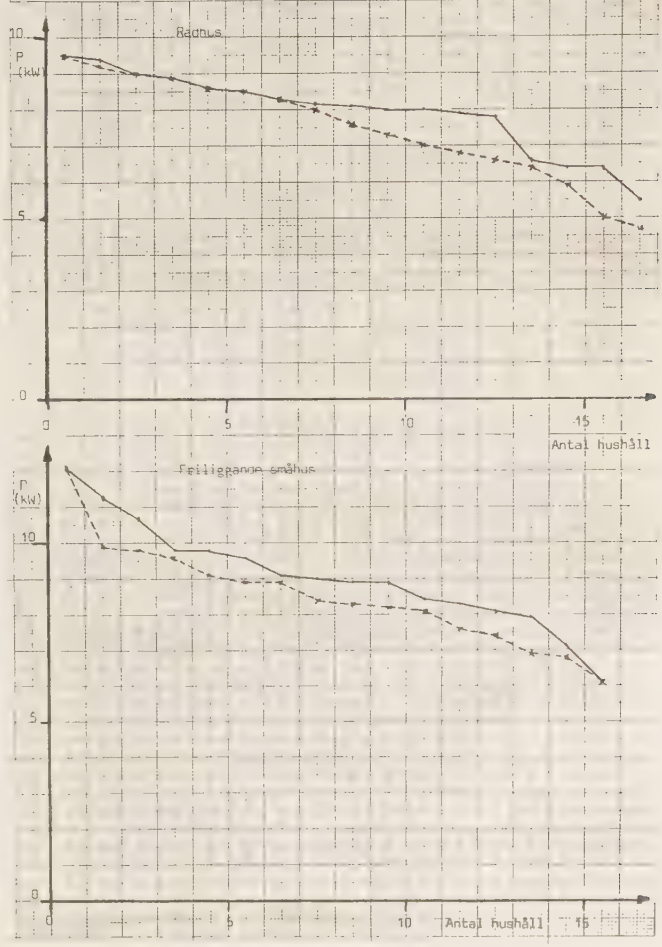
Figur 3

Fördelningen för de enskilda maximala varmvattenberedareffekterna från småhusen i Bua-Västergård under januari-mars 1977.



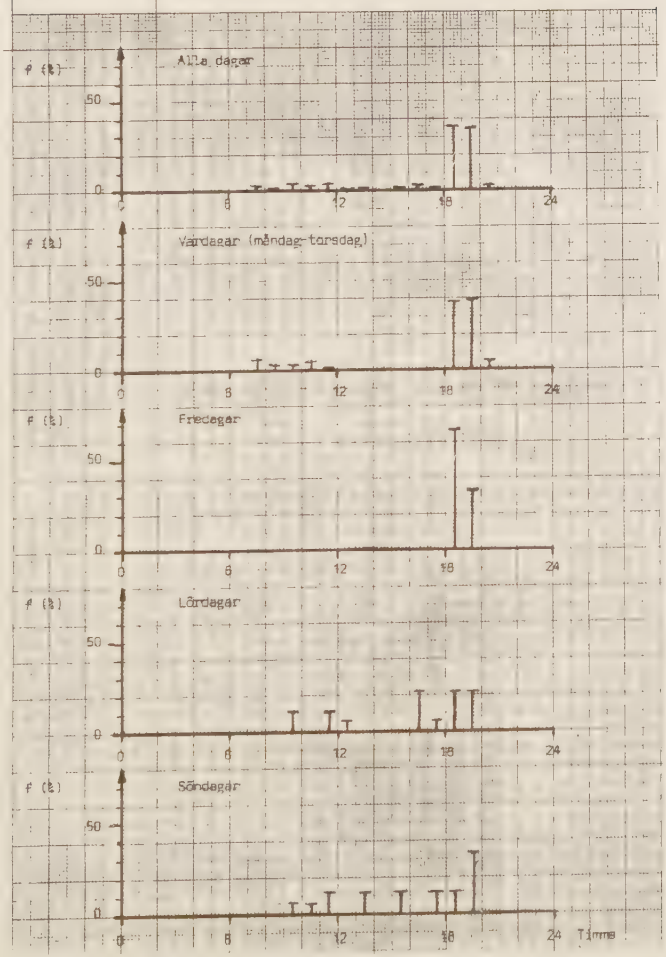
figur 4

Fördelningen för de enskilda maximala totaleffekterna från småhusen i Bua-Västergård under januari-mars 1977.



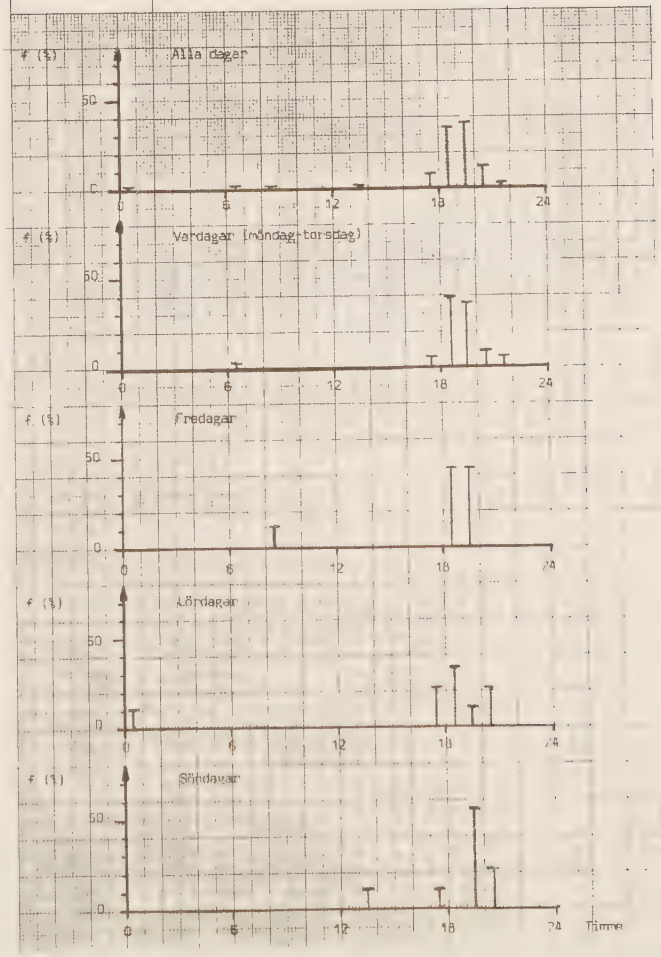
Figur 5a

Relativa frekvensen för timmen då största sammanlagrade totaleffekt inträffar under dygnet för radhusgruppen.



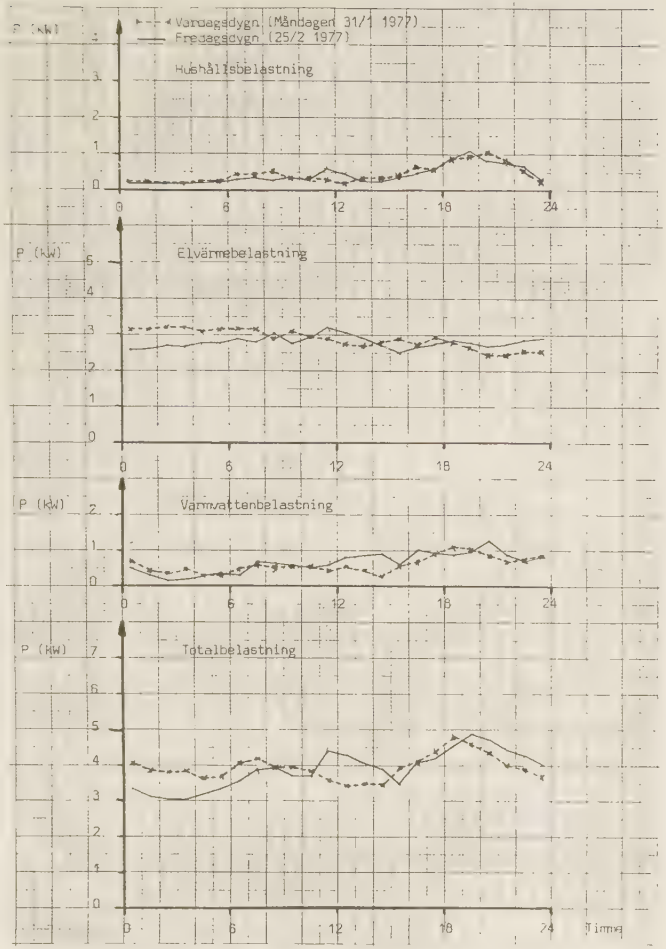
Figur 5b

Relativa frekvensen för timmen då största sammanlagrade totaleffekt inträffar under dygnet för de friliggande småhusen.



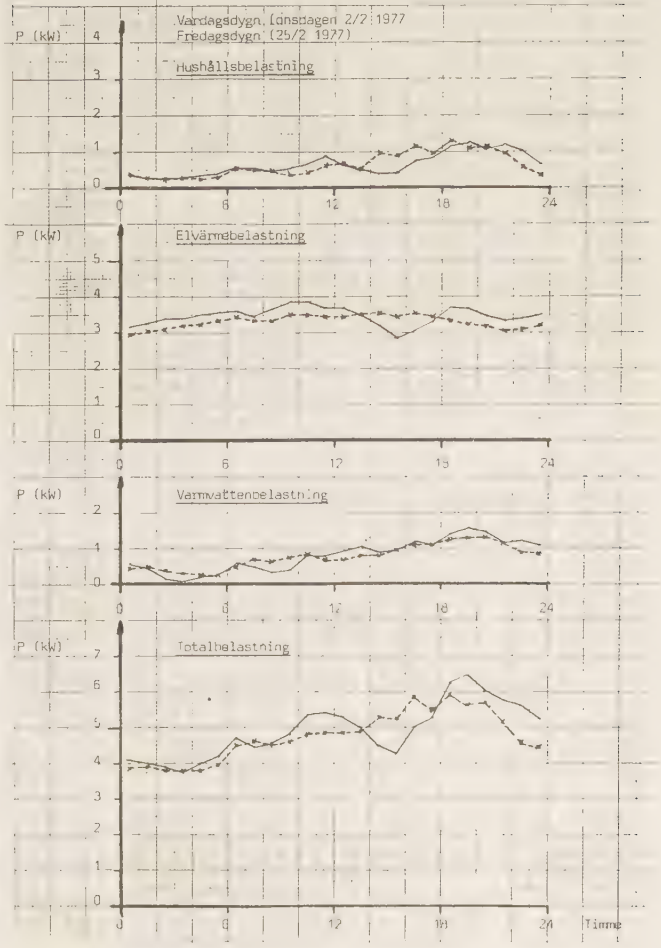
Sammanlagrade effekter från det dygn då den största sammanlagrade totaleffekten från radhusgruppen uppträder för respektive dygnstyp.

Figur 6a



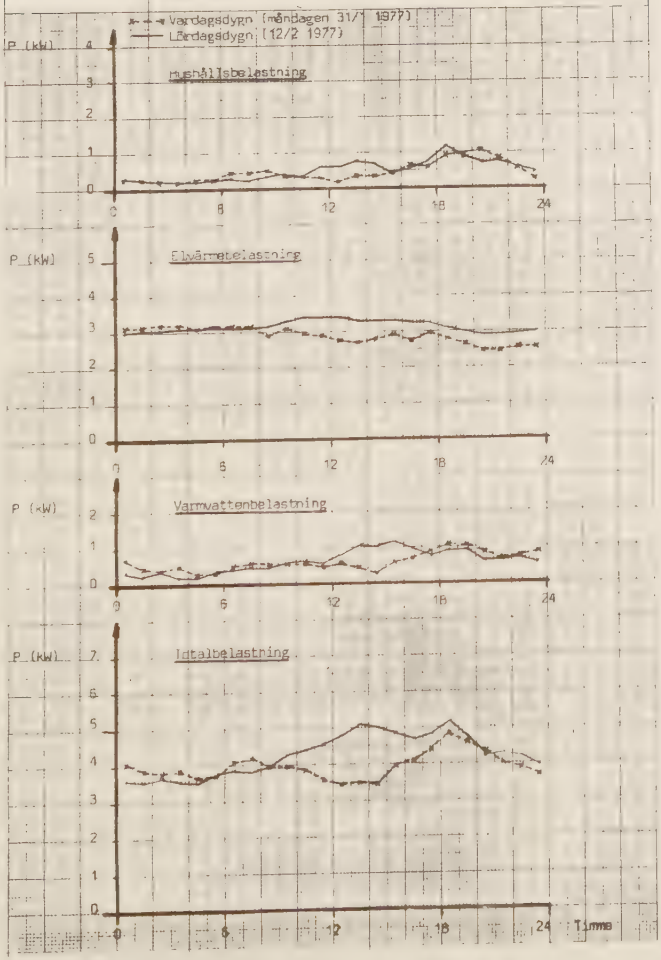
Sammanlagrade effekter från det dygn då den största sammanlagrade totaleffekten från de friliggande småhusen uppträder för respektive dygnstyp.

Figur 6b

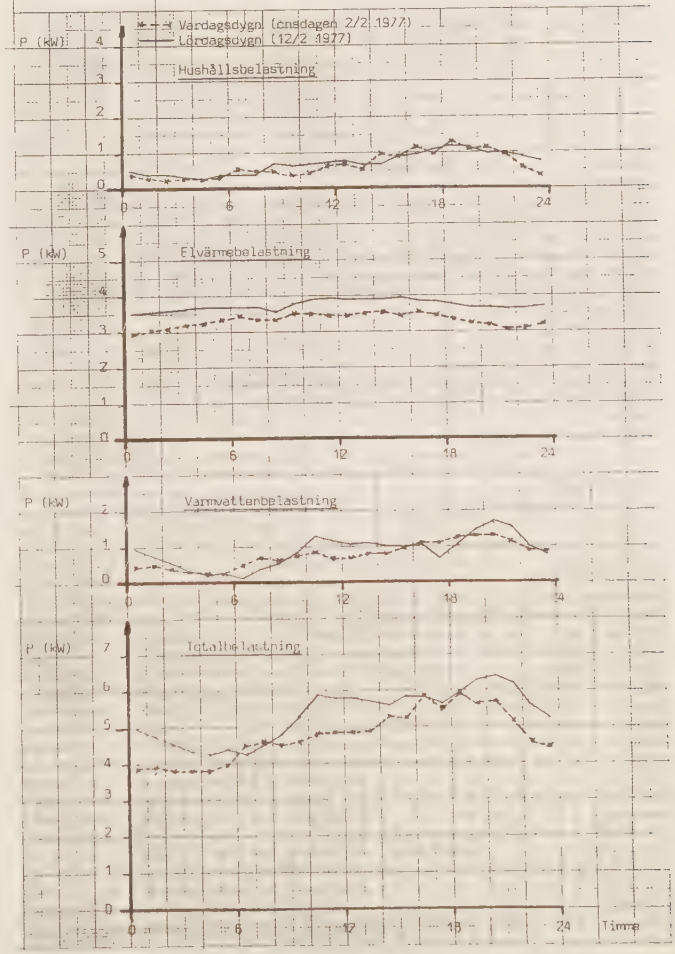


Figur 7a

Sammanlagrade effekter från det dygn då den största sammanlagrade totaleffekten från radhusgruppen uppträder för respektive dygnstyp.

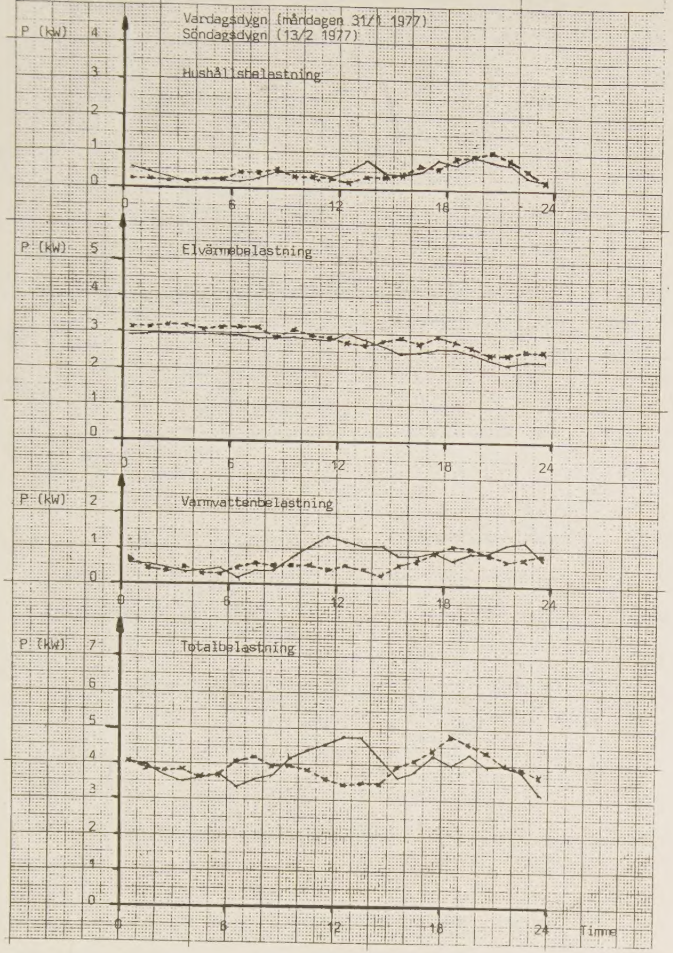


den största sammanlagrade totaleffekten från de friliggande småhusen uppträder för respektive dygnstyp.



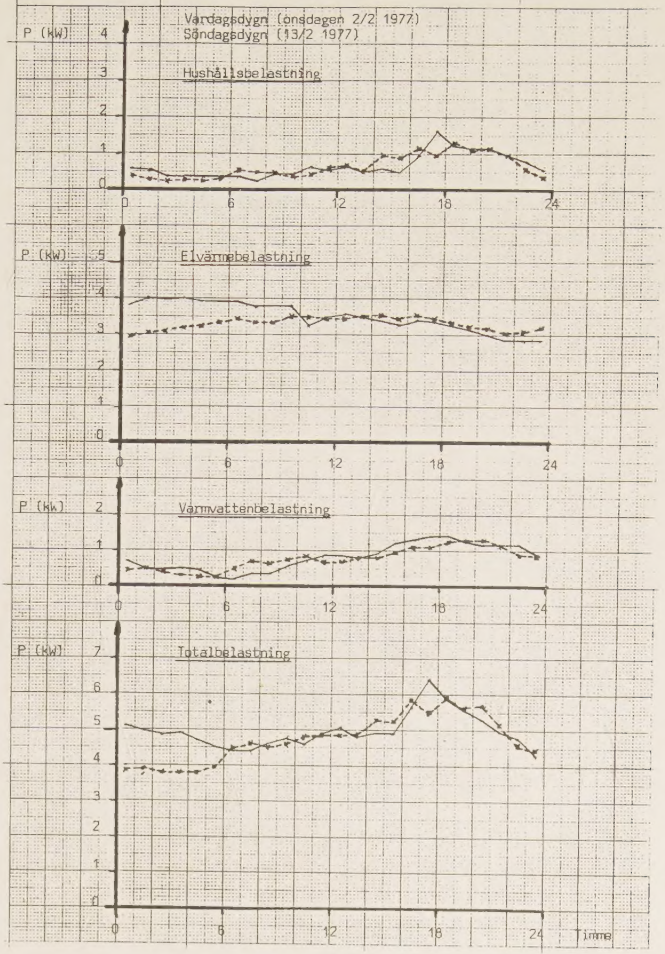
Figur 8a

Sammanlagrade effekter från det dygn då den största sammanlagrade totaleffekten från radhusgruppen uppträder för respektive dygnstyp.



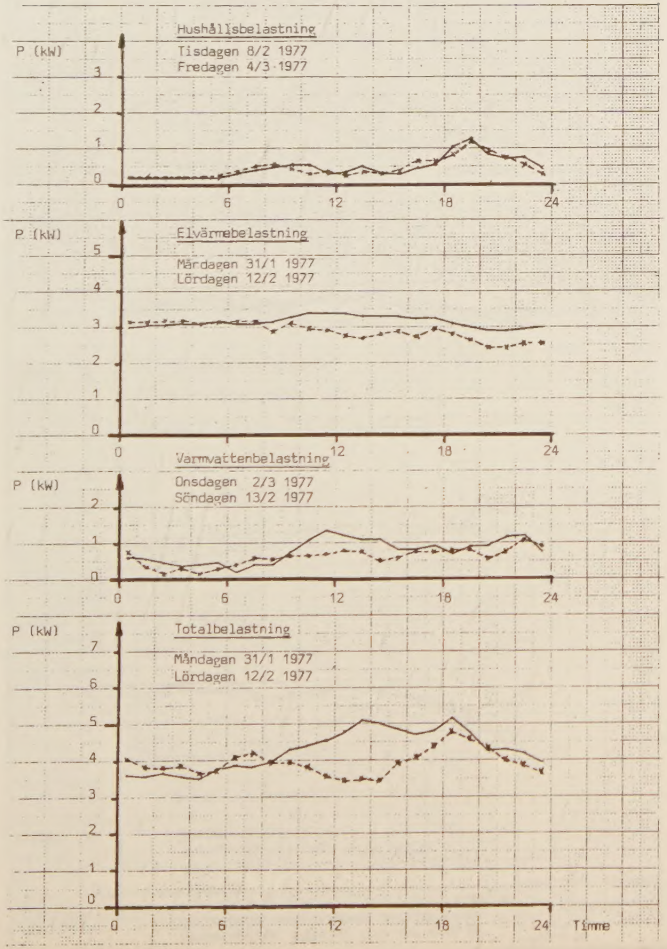
Figur 8b

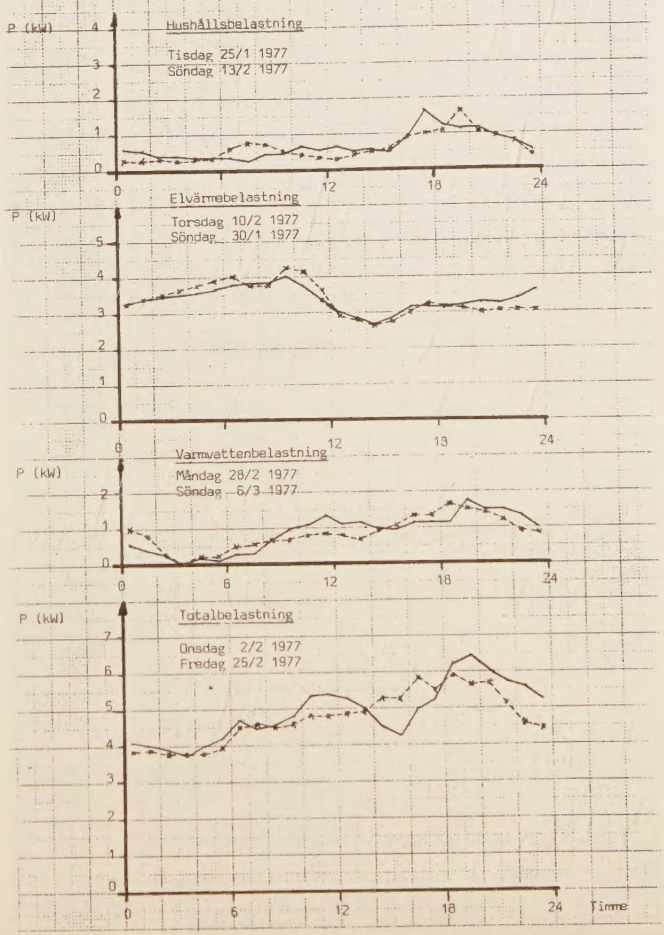
Sammanlagrade effekter från det dygn då den största sammanlagrade totaleffekten från de friliggande småhusen uppträder för respektive dygnstyp.



Figur 9a

Sammanlagrade effekter från radhusgruppen för de dygn då **de största sammanlagrade effekterna uppträder för vardagar** respektive veckoslut.



Figur 9b

Sammanlagrade effekter från de friliggande småhusen för de dygn då de största sammanlagrade effekterna uppträder för vardagar respektive veckoslut.